Estratégia Concursos

Aula 00

Conhecimentos Específicos p/ PC-TO (Perito Criminal - Agronomia) - 2021 - Pré-Edital

Autor:
Diego Tassinari

14 de Junho de 2021

Sumário

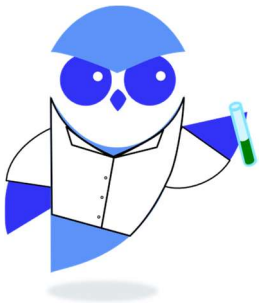
1- MORFOLOGIA E SISTEMÁTICA VEGETAL 3
1.1 - A CÉLULA VEGETAL 3
1.2 - TECIDOS E ÓRGÃOS DAS PLANTAS 5
1.2.1 - Tecidos vegetais 5
1.2.2 - Anatomia e morfologia das plantas 10
1.3 - BOTÂNICA SISTEMÁTICA 28
1.3.1 Classificação das plantas 28
1.3.2 - Nomenclatura botânica 32
1.3.2 - Principais famílias botânicas 33
2 - FISIOLOGIA VEGETAL 36
2.1 - FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO 36
2.1.1 - Fotossíntese 36
2.1.2 - Respiração 42
2.2 - HORMÔNIOS E REGULADORES DE CRESCIMENTO 44
2.2.1 - Auxinas 45
2.2.2 - Giberelina 46
2.2.3 - Citocinina 47
2.2.4 - Ácido abscísico 49
2.2.5 - Etileno 49
2.3 - FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO 51
2.3.1 - Fases do desenvolvimento vegetal 51
2.3.2 - Análise do crescimento e desenvolvimento 52
2.4 - RELAÇÕES HÍDRICAS EM PLANTAS 54
3 - QUESTÕES COMENTADAS 59
3.1 - MORFOLOGIA E SISTEMÁTICA 59
3.2 - FISIOLOGIA VEGETAL 63

RAIO-X ESTRATÉGICO

Colega Estrategista,

Na **Botânica**, **aspectos morfológicos e anatômicos** são bastante comuns nas questões, então se prepare para relembrar várias daquelas nomenclaturas relativas aos **órgãos vegetais**.

Na **Sistemática** Vegetal, as famílias botânicas são pouco cobradas. As questões abordam mais comumente as diferenças **entre gimnospermas e angiosperma**s e entre **monocotiledôneas e dicotiledôneas**.



Na **Fisiologia Vegetal**, a fotossíntese é o principal assunto cobrado, tanto em relação ao processo em si (enzimas envolvidas, etapas fotoquímica e bioquímica) quanto à diferença entre as plantas de **metabolismo C3 e C4**. Despois da fotossíntese, os **hormônios vegetais** são o tema mais frequente nas questões.

Bons estudos!

Prof. Diego Tassinari

1- MORFOLOGIA E SISTEMÁTICA VEGETAL

A célula é a **menor unidade morfológica e fisiológica** que compõe os organismos vivos. As células especializadas em determinadas funções **se organizam em tecidos**, que **compõem os órgãos**. A Anatomia e a Morfologia Vegetal se encarregam de estudar os órgãos vegetais, servindo de base para a classificação das plantas pela Sistemática.

1.1 - A CÉLULA VEGETAL

A célula vegetal, como dos demais organismos **eucariotos**, é **delimitada por uma membrana** composta por lipídeos e proteínas, possui **organelas citoplasmáticas** especializadas em determinadas funções e possui o **material genético encerrado no núcleo** celular. Quanto à composição química das plantas, em termos de **macromoléculas orgânicas**, podemos destacar os seguintes constituintes:

● **Componentes inorgânicos:** a **água** é o principal componente dos vegetais, correspondendo a mais de 90% da maioria das células vegetais. Os componentes celulares se encontram imersos no **citoplasma líquido** e todas as **reações metabólicas se processam em meio aquoso**. A água também é o veículo de **entrada e de transporte dos nutrientes e outras moléculas**. Além da água, os **nutrientes** também são componentes inorgânicos dos vegetais.

● **Carboidratos:** desempenham **função energética e estrutural**. A principal reserva energética dos vegetais é o **amido**, um polímero de glicose. Os principais carboidratos estruturais são a **celulose**, a **hemicelulose** e a **pectina**, que compõem a **parede celular** vegetal. Os carboidratos são **transportados na forma de sacarose**, um dissacarídeo (carboidrato formado por dois açúcares monossacarídeos) composto por glicose + frutose. Outros carboidratos incluem as **pentoses** ribose e desoxirribose (monossacarídeos de cinco carbonos componentes do DNA e RNA) e a **inulina** (polímero de frutose)

● **Lipídeos:** desempenham **função energética**, principalmente como reserva em frutos e sementes na forma de **óleos**; e **estrutural**, como **fosfolipídeos** constituintes das **membranas celulares**. Os fosfolipídeos são moléculas anfipáticas, isto é, com uma extremidade polar (grupo fosfato) e outra apolar (cadeia lipídica).

● **Proteínas:** são cadeias de **aminoácidos** organizadas em estruturas tridimensionais. As proteínas desempenham principalmente **funções estruturais**, por exemplo, como integrantes da membrana e parede celular, e **catalítica**, como **enzimas**. A função das enzimas como **catalisadores** é **propiciar a ocorrência das reações químicas do metabolismo**. As enzimas são **altamente específicas** nas suas funções e nos substratos aos quais se ligam, promovendo tanto reações de síntese quanto de degradação.

● **Ácidos nucléicos:** são formados por cadeias de **nucleotídeos**, moléculas compostas por um açúcar de cinco carbonos (pentose), um grupo fosfato e uma base nitrogenada (adenina, timina, citosina, guanina e uracila). São componentes do **material genético** e atuam na **transmissão de informações e na síntese de proteínas**.

● **Metabólitos secundários:** o mais abundante é a **lignina**, um polímero com grande número de **anéis aromáticos** (estrutura fechada de seis carbonos com ligações duplas) e grupamentos fenólicos que compõe a **parede celular secundária**. Esse grupo inclui ainda uma imensa variedade de substâncias (alcaloides,

terpenoides, compostos fenólicos) com funções diversas, como **hormônios**, **defesa contra pragas e doenças**, sinalização e reconhecimento de estímulos, pigmentos (carotenoides, antocianina), atrativos para polinizadores.

(IF-RS - IF-RS - 2016) Assinale a alternativa que ilustra o preenchimento CORRETO dos parênteses, na ordem de cima para baixo:

1. Principal carboidrato de reserva na maioria dos vegetais.

2. São polímeros do ácido galacturônico e também fazem parte da parede celular como material cimentante, mantendo a coesão entre as células.

3. Pigmentos que se localizam nos cromoplastos e também nos cloroplastos associados com a clorofila.

4. Carboidrato simples, que tem importante papel na doçura dos frutos.

5. São responsáveis pelo aroma típico e têm grande importância na aceitação dos produtos hortícolas.

( ) Amido.

( ) Compostos voláteis.

( ) Carotenóides.

( ) Frutose.

( ) Pectinas.

a) 1 – 5 – 3 – 4 – 2.

b) 4 – 5 – 3 – 1 – 2.

c) 1 – 5 – 4 – 3 – 2.

d) 4 – 5 – 2 – 3 – 1.

e) 1 – 3 – 4 – 2 – 5.

Comentário: o amido é principal carboidrato de reserva da maioria dos vegetais (1).

Os compostos voláteis são as moléculas responsáveis pelo aroma exalado pelos vegetais. Geralmente têm cadeias curtas, sendo por isso facilmente volatilizadas. Além do aroma, alguns composto voláteis, como o ácido salicílico e o ácido jasmônico, atuam na comunicação dentro e entre plantas, ativando o sistema de resposta dos vegetais contra injúrias causadas por pragas e doenças (5)

Os carotenoides são pigmentos que se localizam nos cloroplastos juntamente com a clorofila (3).

A frutose é um carboidrato simples (monossacarídeo) de sabor adocicado, seno um dos componentes da sacarose (4).

As pectinas são importantes constituintas da parede celular dos vegetais, principalmente da lamela média, consistindo em polímeros do ácido galacturônico (2).

Gabarito: alternativa A.

Dentre os **componentes da célula vegetal** que podemos destacar como mais significativos das plantas estão a os **cloroplastos**, o **vacúolo** e a **parede celular**.

● **Cloroplastos:** são componentes do grupo dos **plastídeos**, **organelas citoplasmáticas** que possuem material genético próprio, mas dependem do metabolismo do citoplasma da célula. Os **leucoplastos** são incolores e desempenham função de **reserva** (**amiloplastos**: especializados em acúmulo de amido). Os **cromoplastos possuem pigmentos**, podendo ser **fotossinteticamente ativos** (**cloroplastos**) ou inativos (armazenam pigmentos, como o betacaroteno na cenoura). Dentro dos cloroplastos, existem pequenos sacos envoltos em membrana plasmática, os **tilacóides**, nos quais ocorre a **fase fotoquímica da fotossíntese**, enquanto a **fase bioquímica** ocorre no citoplasma do cloroplasto (chamado **estroma**).

● **Vacúolo:** exerce na célula vegetal a função de **armazenamento** de substâncias e participa do **alongamento celular**. A pressão de turgor (**turgescência**) exercida pelo vacúolo túrgido (cheio) **empurra a parede celular**, expandindo os limites celulares.

● **Parede celular:** componente mais externo da célula vegetal, divide-se em três camadas, a **lamela média**, a **parede primária** e a **parede secundária**. A **lamela média** é a primeira camada a ser depositada durante a divisão celular, sendo composta essencialmente por **pectina** (na forma de pectatos de Ca). Tem grande **plasticidade** (deforma-se e mantém-se na forma adquirida), permitindo a expansão celular. A **parede primária** tem **composição celulósica**, que confere **rigidez** à parede celular. É formada por feixes de fibras de celulose ancoradas por moléculas de hemicelulose e pectina, além de proteínas e outros compostos não celulósicos (gomas, mucilagens). A **parede secundária** possui celulose em maior quantidade, garantindo mais rigidez e maior proteção mecânica. Além disso, a parede secundária se caracteriza também pela **deposição de compostos não celulósicos**, como **lignina** e **suberina**, que ocupam os espaços vazios, inclusive as aberturas dos plasmodesmos, causando morte das células. A **lamela média e a parede primária fazem parte de todas as células vegetais**, enquanto a **parede secundária pode ocorrer ou não** dependendo do tecido e órgão.

1.2 - TECIDOS E ÓRGÃOS DAS PLANTAS

O crescimento das plantas é marcado pela bipolaridade, em que a extremidade superior se desenvolve em parte aérea e a extremidade inferior desenvolve-se em sistema radicular. Essa diferenciação inicia-se já no embrião das sementes, que tem um meristema apical caulinar e um meristema apical radicular.

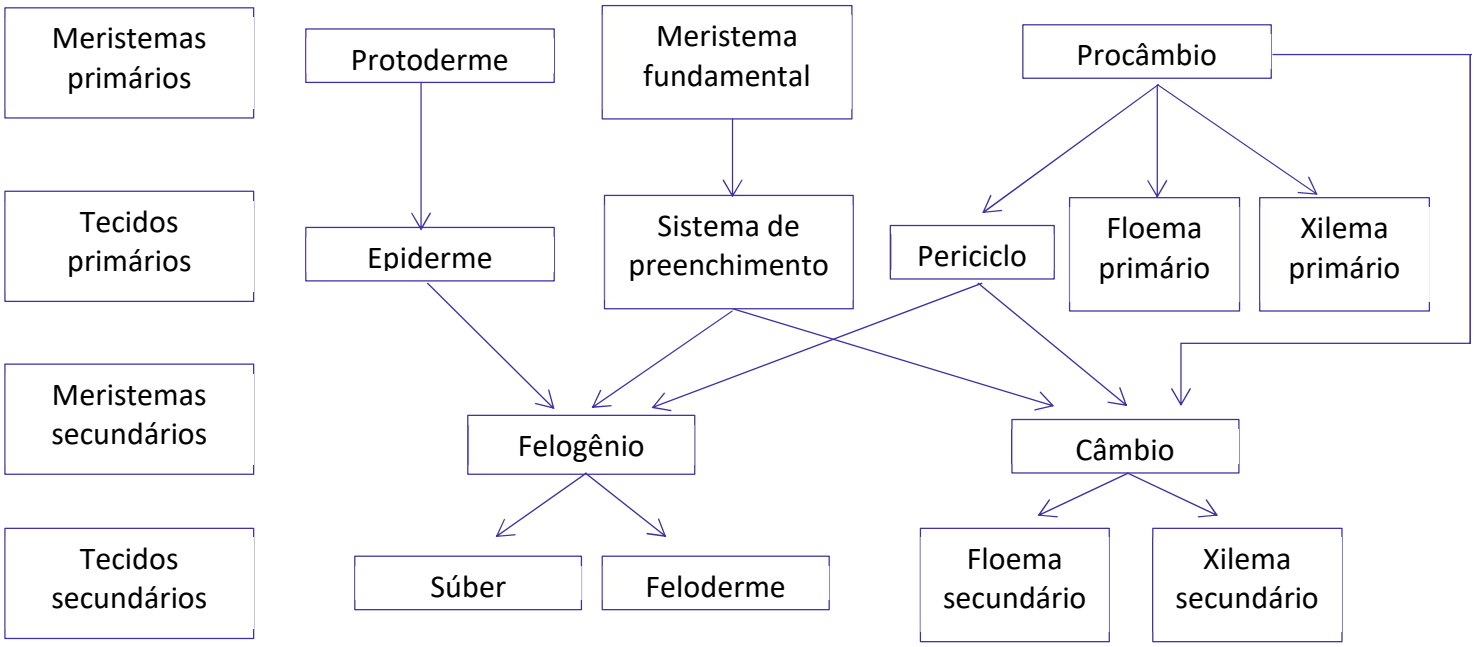
O **crescimento** das plantas também pode ser diferenciado em **primário e secundário**, com diferentes tecidos atuando na formação de novas células. O **crescimento primário** **ocorre em todos os vegetais** e consiste no **aumento do comprimento** ao longo do eixo longitudinal. Já o **crescimento secundário** envolve o **aumento em espessura**.

1.2.1 - Tecidos vegetais

Quanto à sua **função**, podemos destacar os seguintes tecidos que compõem as plantas:

- **Sistema de formação: meristemas.**
- **Sistema de proteção ou revestimento: epiderme** e **periderme**.
- **Sistema fundamental ou de preenchimento: parênquima**.
- **Sistema vascular ou de condução: xilema** e **floema**.
- **Sistema de sustentação: colênquima** e **esclerênquima**.
- **Sistema de secreção/excreção: estruturas** secretoras/excretoras.

Os **meristemas** são tecidos formados por células **não diferenciadas** que se **replicam continuamente**. As células meristemáticas têm menor tamanho, possuem núcleo volumoso e parede celular delgada. O crescimento primário do vegetal (expansão longitudinal, aumento do comprimento) se dá a partir dos **meristemas primários**, que **se originam do embrião** e ocorrem nas **regiões apicais** da planta (**meristema apical caulinar e radicular**). Os órgãos em estrutura secundária de crescimento sofrem **aumento no seu diâmetro** (sentido transversal) a partir das divisões celulares nos **meristemas laterais ou secundários**, que são o **câmbio vascular** e o **felogênio**. Os meristemas secundários não se originam do embrião, mas de tecidos que sofreram desdiferenciação (regressão ao estado meristemático). O **câmbio vascular** dá origem ao **sistema vascular** no crescimento secundário, com formação de **xilema** (para o interior) e **floema** (para o exterior). O **felogênio** é responsável pela formação do **sistema de revestimento** no crescimento secundário, originando o **feloderme** (internamente) e o **súber** (externamente).



A epiderme e a periderme são os **tecidos de revestimento** dos vegetais que têm como funções a **proteção mecânica** dos tecidos internos, a realização de **trocas gasosas** (através dos **estômatos** na epiderme e das **lenticelas** na periderme), **restrição à perda excessiva de água** (**impermeabilização** por compostos

hidrofóbicos), **armazenamento de água e produtos metabólicos** (plantas epífitas, por exemplo), e **secreção/excreção** em estruturas especializadas. A **epiderme** é um **tecido primário** (acompanha a expansão do vegetal em comprimento), sendo geralmente composta por uma única camada de células em **arranjo compacto** e sem **espaços intercelulares**. A epiderme é **revestida pela cutícula** (exceto nas plantas aquáticas), uma camada hidrorrepelente (compota por cutina e ceras) que **impede a perda excessiva de água**. A **periderme** reveste os órgãos em **crescimento secundário**, substituindo a epiderme. É formada pelo **felogênio**, um meristema secundário, que produz o **súber** externamente (camada de **células mortas suberificadas**, isto é, impermeabilizadas pela deposição de suberina na parede celular, com o qual se produz a **cortiça**) e o **feloderme** internamente (tecido de preenchimento). A periderme apresenta aberturas, as lenticelas, que permitem as trocas gasosas. A epiderme apresenta os seguintes **anexos epidérmicos**:

● **Estômatos:** estruturas formadas por um **conjunto de células especializadas** que permitem maior controle na ocorrência das **trocas gasosas**, de modo a **prevenir a perda excessiva de água**. Os estômatos apresentam um orifício (chamado ostíolo) envolto por duas células (as **células-guarda**) que regulam a sua abertura e fechamento. A variação na turgescência das células-guarda (ação osmorreguladora do K^+) em resposta a estímulos ambientais (principalmente **presença de luz**) é responsável pela abertura e fechamento do ostíolo. A câmara subestomática também compõe a estrutura dos estômatos, sendo uma cavidade formada por grandes espaços intercelulares onde gases e vapor de água podem se acumular para serem eventualmente liberados ou absorvidos.

● **Tricomas:** são **prolongamentos das células epidérmicas**. Ocorrem principalmente nas folhas e nas raízes (**pelos radiculares**). Os tricomas podem desempenhar as seguintes funções: aumento da superfície celular, como os pelos radiculares que aumentam a área de absorção das raízes; proteção contra a perda excessiva de água, formando uma barreira física contra o vento; secreção/excreção nos **tricomas glandulares**, que atuam na proteção contra insetos e na atração de polinizadores.

O **sistema fundamental** ou de preenchimento, formado pelo **parênquima**, **ocupa o maior volume** nas plantas, ocorrendo no **córtex e medula de raízes e caules**, no **mesofilo foliar**, no periciclo, na **polpa dos frutos**, no **endosperma** das sementes e fazendo parte de **outros tecidos**, como no sistema vascular e na periderme. O parênquima é um tecido muito primitivo na evolução dos vegetais (único tecido presente nas algas), sendo formado por **células pouco diferenciadas** e, por isso, **potencialmente meristemático** (as células podem se desdiferenciar a assumir atividade meristemática). Os parênquimas são **fisiologicamente complexos**, desempenhando **inúmeras funções**, como **fotossíntese**, respiração, **armazenamento**, **secreção/excreção**, **formação de raízes e caules adventícios**, e **regeneração de lesões** (como na união de enxertos). De acordo com a **função**, os parênquimas são **classificados em fundamental** (compondo o córtex e a medula de raízes e caule), **clorofiliano** (realização de fotossíntese no mesofilo foliar), de **reserva** (amido, proteínas, gorduras ou outros metabólitos), **xilemático** (fazendo parte do xilema), **floemático** (fazendo parte do floema), **aquífero** (armazenamento de água) e **aerífero** (ou aerênquima, aeração).

(MS Concursos - CREA-MG - 2014) O parênquima, o colênquima e o esclerênquima são tecidos simples, presentes no corpo primário da planta, pertencentes ao sistema fundamental e são originados a partir do meristema fundamental. Sobre o assunto, marque a alternativa correta.

(A) O parênquima é constituído de células vivas, considerado um tecido potencialmente meristemático.

(B) Geralmente suas células possuem apenas paredes secundárias.

(C) Apresentando funções essenciais como: fotossíntese, reserva, transporte, secreção e excreção.

(D) Conserva a capacidade de divisão celular delgadas, com grandes vacúolos e espaços intercelulares característicos.

Comentário: a alternativa A está correta, pois as células do parênquima são pouco diferenciadas e têm a capacidade de regredirem ao estado de células meristemáticas por desdiferenciação.

A alternativa B está errada, pois todas as células possuem parede primária, enquanto algumas apresentam também parede secundária.

A alternativa C está errada, pois os parênquimas não realizam função de transporte, que é desempenhada pelos tecidos vasculares (xilema e floema).

A alternativa D está errada, além de confusa na parte inicial ("capacidade de divisão celular delgadas"?). As células do parênquima não são delgadas, tendo mais comumente formato isodiamétrico (diâmetro aproximadamente igual à altura), cilíndrico (parênquima paliçádico) ou irregular. Os vacúolos são geralmente grandes, mas podem ser pequenos e numerosos, principalmente nas células especializadas em secreção. Os espaços celulares estão constantemente presentes no tecido parenquimático.

Gabarito: alternativa A.

O colênquima e o esclerênquima constituem o **tecido de sustentação**, que garante **resistência mecânica** aos tecidos e órgãos das plantas. O **colênquima** é um tecido de sustentação formado a partir da **diferenciação de células parenquimáticas** que sofreram **espessamento da parede celular primária**. O colênquima apresenta **grande plasticidade** em razão da composição da parede celular rica em compostos pécticos. Dessa forma, o colênquima é capaz de acompanhar o crescimento do vegetal, sendo o principal tecido de sustentação dos **órgãos de rápido crescimento**. Sua formação é estimulada por movimentações mecânicas e é dependente da incidência de luz, por isso ocorre próximo da superfície.

O **esclerênquima** é um tecido de sustentação formado por células que sofreram uma **maior diferenciação** em relação às células do colênquima, sendo composto por **células lignificadas e geralmente mortas**, em conjuntos contínuos (**fibras**) ou isolados (**esclereídeos**). A **deposição de lignina** garante **resistência mecânica e elasticidade**. Os **esclereídeos** são normalmente encontrados em meio a parênquimas (você possivelmente já reparou, ao comer uma pera, em alguns grãozinhos mais duros no meio da polpa, que na verdade são esclereídeos). Já as **fibras** são células geralmente mortas, com **formato alongado** e que ocorrem em **feixes**, servindo de **sustentação** para tecidos que não se alongam mais (finalizaram o crescimento primário).

(Crescer Consultorias - Prefeitura de Urbano Santos, MA - 2017) A cortiça é um tecido vegetal extraído da planta do sobreiro (*Quercus suber* L.). Macroscopicamente, é um material leve, elástico e praticamente impermeável a líquidos e gases, isolante térmico e eléctrico, e absorvedor acústico e vibrático, sendo também inócuo e praticamente imputrescível, apresentando a capacidade de ser comprimido sem expansão lateral. Microscopicamente, a cortiça é constituída por camadas de células de aspecto alveolar, cujas membranas celulares possuem um certo grau de impermeabilização e estão cheias de um gás

semelhante ao ar, que ocupa cerca de 90 por cento do volume . A cortiça que se extrai dos sobreiros, é um tecido vegetal denominado em histologia botânica por:

(A) Lenho.

(B) Súber.

(C) Colênquima.

(D) Esclerênquima.

Comentário: a alternativa A está errada, pois o lenho corresponde aos vasos inativos do xilema que constituem a madeira que se explora das árvores.

A alternativa B está correta, pois a cortiça é formada pelo súber, tecido de revestimento no qual ocorre deposição da suberina como agente impermeabilizante.

A alternativa C está errada, pois o colênquima é um tecido de sustentação com paredes celulares espessadas pela deposição de celulose.

A alternativa D está errada, pois o esclerênquima é um tecido de sustentação com paredes celulares espessadas pela deposição de celulose e lignina.

Gabarito: alternativa B.

O **sistema vascular ou de condução** é composto pelo xilema e pelo floema. O **xilema** atua no **transporte de água e nutrientes** a longa distância, conduzindo a **seiva bruta em sentido ascendente**, da raiz às folhas. Esse tecido é composto por elementos condutores, células parenquimáticas e fibras. Os **elementos condutores**, aqueles que efetivamente realizam o transporte da seiva bruta, são formados por **células mortas** altamente especializadas, podendo ser de dois tipos. Os **traqueídeos** ocorrem em **vegetais menos evoluídos** (gimnospermas) e são formados por **células alongadas** que possuem diversas **pontuações** (orifícios). Os **elementos de vaso** ocorrem em **plantas mais evoluídas** (angiospermas) e são formados por células de **formato cilíndrico** nas extremidades das quais existem **placas de perfuração**. O xilema secundário, que acompanha o crescimento vegetal em espessura, é formado por uma parte viva mais externa, o **alburno**, que contém os elementos condutores funcionais; e uma parte não funcional, mais interna, que constitui o **cerne**, podendo conter óleos, resinas, gomas e constituindo a madeira explorada para inúmeras finalidades.

O **floema** atua na condução da **solução de moléculas orgânicas** ou **seiva elaborada** e é um **tecido composto** (formado por células características de diferentes tecidos), contendo elementos condutores, células parenquimáticas, fibras e esclereídeos. Os elementos condutores são chamados de **elementos crivados**, sendo formados por **células vivas, mas anucleadas**, podendo ser de dois tipos. As **células crivadas** ocorrem em **plantas menos evoluídas**, têm formato alongado e possuem regiões da **parede celular com inúmeros poros** (áreas crivadas) onde ocorre a passagem da seiva elaborada. Já os **elementos de tubo crivado** têm formato cilíndrico e possuem **placas crivadas** em suas extremidades.

(Crescer Consultorias - Prefeitura de Urbano Santos, MA - 2017) Uma das principais modificações anatômicas que permitiram a conquista do ambiente terrestre pelas plantas foi o desenvolvimento de um sistema eficiente de distribuição de seiva bruta e elaborada para todas as partes do corpo vegetal. Esse

sistema vascular é composto por elementos de vasos, o xilema e o floema. Em relação ao sistema vascular das plantas, assinale a alternativa INCORRETA:

(A) O xilema é considerado o principal tecido de condução de água e solutos inorgânicos (seiva bruta) das plantas vasculares. Está envolvido também na condução dos nutrientes inorgânicos, no armazenamento de substâncias e na sustentação do corpo vegetal.

(B) As principais células de condução do floema são os elementos crivados, de dois tipos: as células crivadas e os elementos dos tubos crivados. O floema é também composto por células parenquimáticas, fibras e esclereídeos.

(C) O floema é o principal tecido de condução de substâncias orgânicas (seiva elaborada) das plantas vasculares.

(D) A passagem da seiva orgânica de célula a célula é facilitada pelos plasmodesmos, que são placas crivadas nas paredes terminais das células que se tocam.

Comentário: a alternativa A está correta, pois o xilema é responsável pelo transporte da seiva bruta (solução de água e nutrientes absorvidos pelas raízes) e tem função também de armazenamento de substâncias e sustentação mecânica do vegetal.

A alternativa B está correta, pois o floema é formado pelos elementos crivados (células crivadas e elementos de tubo crivado), células parenquimáticas, fibras e esclereídeos.

A alternativa C está correta, pois a função do floema é o transporte da seiva elaborada.

A alternativa D está errada, pois as placas crivadas são modificações anatômicas de determinadas células especializadas do floema (elementos de tubo crivado), enquanto os plasmodesmos são pontes citoplasmáticas que existem entre células adjacentes de todos os tecidos vegetais.

Gabarito: alternativa D.

O **sistema de secreção/excreção** não constitui um tecido propriamente, sendo formado por **estruturas especializadas** de secreção e excreção. As **secreções** são metabólitos que **têm alguma função**, enquanto a **excreção** representa o **produto final do metabolismo**, **sem função**. As estruturas de secreção têm grande variabilidade, podendo ser externas, quando se encontram em contato com o meio externo (tricomas glandulares, nectários, hidatódios, glândulas de sal); ou internas, quando não estão em contato com o ambiente (células, cavidades e canais secretores e laticíferos).

1.2.2 - Anatomia e morfologia das plantas

O estudo anatômico e morfológico das plantas corresponde ao estudo dos **órgãos vegetais**, que podem ser vegetativos ou reprodutivos:

Raiz

As raízes são formadas por **tecidos** organizados em três regiões distintas:

● **Epiderme**: constitui o sistema dérmico com função de **revestimento**. As paredes celulares são mais delgadas e apresentam expansões que constituem os **pelos absorventes**.

● **Córtex**: corresponde ao sistema fundamental, com função de **preenchimento**. Tecido parenquimático que **ocupa o maior volume** do sistema radicular. A **endoderme** é uma camada de células diferenciadas na porção mais interna do córtex radicular com **função de filtrar** as as substâncias que entrarão no sistema condutor. As células da endoderme apresentam **modificações anatômicas** (estrias de Caspary e espessamento em "U") que restringem o fluxo apoplástico, conforme vimos na aula 03.

● **Sistema vascular:** constituído pelo **xilema**, **floema** e **periciclo**. Este último constitui um **tecido meristemático** responsável pela **emissão das raízes laterais**.

O sistema radicular das plantas desempenha as seguintes **funções**:

- **fixação** das plantas ao solo/substrato;
- **absorção** de água e nutrientes;
- **condução** da água e nutrientes até o caule;
- **armazenamento** (exemplo: amido).

O sistema radicular mais característico é composto pelas seguintes **regiões**:

● **Região de transição:** contitui o **colo** ou **coleto**, região na interface entre o solo e a atmosfera onde os tecidos da raiz se reorganizam nos tecidos do caule.

● **Zona de ramificação:** ocorre a **emissão de raízes laterias** a partir do periciclo.

● **Zona pilífera:** muito rica em **pelos radiculares**, sendo a principal região de **absorção de água e nutrientes**.

● **Zona lisa ou de crescimento:** ocorre **diferenciação** das células e **alongamento** da raiz.

● **Coifa:** porção terminal da raiz que **protege o meristema apical** radicular. Produz **mucilagens** para lubrificação do avanço da raiz em crescimento e se caracteriza também

pela constante **renovação das células** que são continuamente removidas pelo atrito com o solo.

(IF-PE - IF-PE - 2016) A raiz é uma das partes da planta que fixa o vegetal ao solo de onde retira, principalmente, água e sais minerais. Uma característica quase universal das raízes é a presença da coifa, sendo que, nas plantas terrestres, sua função é recobrir e:

(A) absorver água e sais minerais presentes no solo por permitir acúmulo de água no tecido.

(B) amortecer o atrito da raiz já adulta e aumentar a absorção de água e sais minerais.

(C) fixar firmemente o sistema radicular em que ela se encontra.

(D) aumentar a ramificação do sistema radicular e, consequentemente, a absorção de água e sais minerais.

(E) proteger o tecido embrionário (meristema) do atrito contra o solo."

Comentário: a alternativa A está errada, pois a absorção de água acontece principalmente na zona pilífera.

A alternativa B está errada, pois a coifa protege as regiões meristemáticas da raiz.

A alternativa C está errada, pois a coifa apenas reveste a porção apical das raízes.

A alternativa D está errada, pois a ramificação do sistema radicular ocorre a partir da emissão de raízes no periciclo da zona de ramificação.

A alternativa E está correta, pois a coifa reveste o meristema apical radicular, protegendo-o.

Gabarito: alternativa E.

As raízes são **classificadas quanto à origem** em **normais**, quando se **desenvolvem a partir da radícula** do embrião (raiz principal e suas ramificações); e **adventícias**, quando se desenvolvem a partir de **outros tecidos**.

Quanto ao hábitat e morfologia, **as raízes são classificadas em**:

- **Aquáticas:** desenvolvem-se **submersas na água**, onde há limitação de O_2 e nutrientes.

- **Aéreas:** raízes que se desenvolvem **acima do solo**, geralmente originando-se do caule. Podem ser:

  - **Cinturas ou estranguladoras:** **não são parasitas**, mas podem impedir o crescimento da planta suporte em diâmetro por **envolverem o caule** em seu caminho para atingir o solo.

  - **Grampiformes ou aderentes:** têm função de **fixação**.

- Respiratórias ou pneumotóforos: raízes com **geotropismo negativo** (isto é, crescem "para cima" em vez de "para baixo"). Possuem estruturas especializadas (pneumatódios) para **respiração**.

- Parasitas: possuem estruturas especializadas (haustórios) para **absorção de seixa** bruta (hemiparasitas) ou seiva elaborada (holoparasitas) da planta hospedeira.

- Suporte: auxiliam na **sustentação** da parte aérea da planta. Exemplo: milho.

- Tabulares ou sapopema: auxiliam na **sustentação** da parte aéra, comum em **árvores**, como o flamboyant.

● **Subterrâneas:** crescem no solo.

- Pivotante ou axial: raiz normal (originada da radícula) onde há um **eixo central** de onde são emitidas as raízes laterais. Típuco de gimnospermas e dicotiledôneas.

- Fasciculada: **não possui uma raiz principal**, originando-se a partir dos primeiros entrenós do caule (raiz **adventícia**). Típico de monocotiledôneas.

- Tuberosa: **reserva** evidente de nutrientes. Exemplo: mandioca, cenoura.

Sistemas radiculares (em sequência): raiz pivotante; raiz fasciculada; raiz cintura; pneumatóforos; raízes tabulares; raízes suporte; raiz tuberosa.

(Crescer Consultorias - Prefeitura de Urbano Santos, MA - 2017) A principal função da raiz é a absorção dos nutrientes minerais, sendo que, no solo, também é responsável pela fixação do vegetal ao substrato. Alguns tipos de raízes, no entanto, também desempenham outras funções. Em relação a função das raizes, assinale a alternativa CORRETA:

(A) Raízes respiratórias ou pneumatóforos são adaptadas a realização de trocas gasosas com o ambiente. Esse tipo de raiz é encontrado em plantas como a *Avicena tomentosa*, que vive no solo encharcado e pobre em gás oxigênio nos manguezais.

(B) Raízes aéreas são adaptadas à extração de alimentos de plantas hospedeiras, sendo características de plantas parasitas, como o cipó-chumbo e a erva-depassarinho.

(C) Raízes-suportes são características de plantas epífetas, isto é, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las. Essas raízes podem atingir vários metros de comprimento antes de alcançar o solo, constituindo os cipós.

(D) Raízes tuberosas aumentam a base de fixação da planta ao solo, promovendo maior estabilidade da planta e fornecem maior superfície para respiração do sistema radicular.

Comentário: a alternativa A está correta, pois os pneumatóforos são raízes adaptadas para permitir o fornecimento de O_2 para as raízes de locais encharcados, como mangues.

A alternativa B está errada, pois as raízes aéreas são aquelas que crescem acima do solo. Dentre essas, as raízes parasitas são aquelas especializadas em extrair seiva de plantas hospedeiras por meio de estruturas de absorção chamadas haustórios.

A alternativa C está errada, pois as raízes que constituem cipós são denominadas de cinturas ou estranguladoras, enquanto as raízes suporte são emitidas a partir do caule e auxiliam na sustentação da planta.

A alternativa D está errada, pois as raízes tuberosas se caracterizam pela reserva de nutrientes, principalmente amido, como na cenoura, mandioca e batata doce.

Gabarito: alternativa A.

Caule

O caule é um elemento de **ligação** entre o sistema radicular e as folhas, permitindo que essas estejam melhor expostas para captação da radiação solar.

Os caules podem desempenhar as seguintes **funções**:

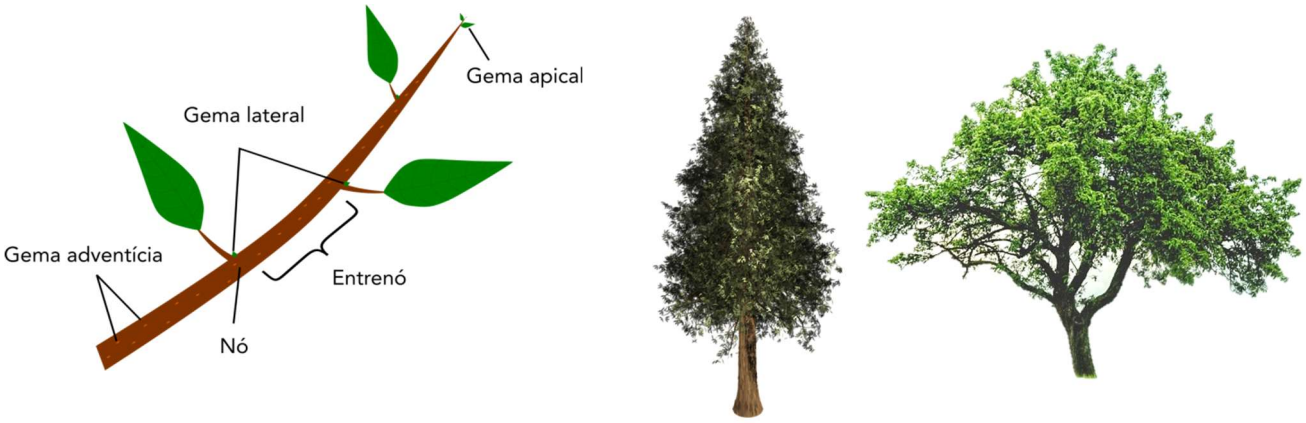
- **sustentação** da parte aérea da planta;
- **transporte** de água e nutrientes (ligação entre o sistema radicular e as folhas);
- **propagação** vegetativa, por possuir gemas e tecidos potencialmente meristemáticos;
- **armazenamento**;
- **fotossíntese** (caules jovens, cactos).

Os caules são compostos por **nós**, **entrenós** e **gemas** (Figura 2). A **gema apical** dá origem a toda a estrutura caulinar e contém o **meristema apical**, os primórdios foliares e os primeiros entrenós. As **gemas laterais** ocorrem próximo da base da folhas, nos nós. As gemas adventícias não ocorrem nem no ápice e nem na base das folhas, atuando na ramificação do caule.

Quanto à **ramificação**, os caules podem ser de crescimento:

● **Monopodial: uma gema apical** forma o corpo da planta, como em palmeiras e pinheiros.

● **Simpodial:** a gema apical é logo substituída por **gemas laterais** que asssumirão suas funções.



Partes de um caule; caule de crescimento monopodial; e caule de crescimento simpodial.

Assim como as raízes, os caules também podem ser aéreos e subterrâneos, sendo **classificados em**:

● **Caules aéreos**

• **Eretos**

- **Tronco: lenhoso**, capaz de se ramificar e com pronunciado crescimento em diâmetro.

- **Estipe:** caule lenhoso, mas sem câmbio vascular organizado, sendo o crescimento em diâmetro devido à expansão celular. Típico de **palmeiras**.

- **Colmo:** caule **herbáceo** com **nós e entrenós bem definidos**. Típico de gramíneas.

- **Haste:** caule **herbáceo** sem nós e entrenós marcantes.

- **Escapo:** caule **herbáceo** que **sustenta flor**es ou frutos.

• **Volúveis:** apóiam-se em outras plantas (**trepadores**).

• **Rastejantes:** crescem apoiando-se **sobre o solo**.

● **Caules subterrâneos**

• **Rizoma:** semelhante a colmos, com nós e entrnós bem marcados, mas **crescendo horizontalmente** sob o solo. Exemplo: samambaias, bananeira.

• **Tubérculo:** caule com função de **reserva**, principalmente de amido, sendo diferente de raízes tuberosas por apresentar gemas. Exemplo: batata.

• **Bulbos:** são estruturas de resistência para propagação vegetativa, comum de plantas herbáceas sujeitas a estaçõs adversas de crescimento (frio, seca). **O caule em si, denominado de prato, é reduzido e revestido por folhas modificadas**. Os bulbos podem ser simples ou **compostos** (como no alho, em que cada "dente" é um bulbilho). Além disso, podem ser classificados em **tunicado** (folhas bem encaixadas, quase fundidas, bem desenvolvidas e com reservas, como na cebola), **sólido** (as folhas e gemas localizam-se apenas na porção superior do bulbo, como no açafrão e gladíolo) ou **escamoso** (folhas individualizadas dispostas ao redor do prato, como no lírio).

Tipos de caule (em sequência): tronco; estipe; haste; escapo; volúvel; rastejante; colmo; rizoma e bulbo.

HORA DE PRATICAR

(Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) O caule é um órgão normalmente aéreo, onde sua ação fundamental é sustentar as folhas e flores, podendo ou não ser clorofilado. Em relação aos caules subterrâneos, assinale a alternativa CORRETA.

(A) Tubérculos: são pequenos caules subterrâneos, os quais se prendem folhas modificadas subterrâneas.

(B) Rizomas: são caules cilíndricos e que crescem horizontalmente sob a terra, representando geralmente catafilos (folhas subterrâneas), que os diferem de raízes, ex; bananeira, samambaia, etc.

(C) Bulbos: são caules subterrâneos, em geral arredondados, hipertrofiados e que acumulam substâncias nutritivas como reserva. Ex: batata inglesa, inhame, cará, etc.

(D) Bulbos tunicados: quando as folhas são imbricadas como escamas de peixes ex:lírio.

(E) Bulbos escamosos: quando as folhas mais externas envolvem completamente as mais internas ex: cebola.

Comentário: a alternativa A está errada, já que os tubérculos não são necessariamente pequenos e não apresentam folhas modificadas, sendo esta uma característica dos bulbos.

A alternativa B está correta, pois rizomas são caules subterrâneos semelhantes a colmos, mas que crescem horizontalmente no solo, apresentando gemas que dão origem à parte aérea.

A alternativa C está errada, pois os bulbos são caules pequenos rodeados por folhas modificadas, sendo essa descrição e os exemplos referentes ao caule do tipo tubérculo.

A alternativa D está errada, pois nos bulbos tunicados as folhas modificadas ocorrem em camadas (como na cebola), sendo o lírio um exemplo de planta com bulbo escamoso.

A alternativa E está errada, já que a descrição apresentada se refere aos bulbos tunicados, enquanto nos bulbos escamosos as folhas são mais fracamente ligadas umas às outras.

Gabarito: alternativa B.

Folha

As folhas são órgaos especializados na realização de **fotossíntese**, sendo responsáveis também pelas trocas gasosas através dos estômatos. As **principais estruturas** das folhas são:

- **Limbo ou lâmina foliar:** constitui porção laminar ou a folha propriamente dita. O limbo foliar não é dividido nas folhas simples, enquanto nas folhas compostas o limbo foliar é dividido em **folíolos**.

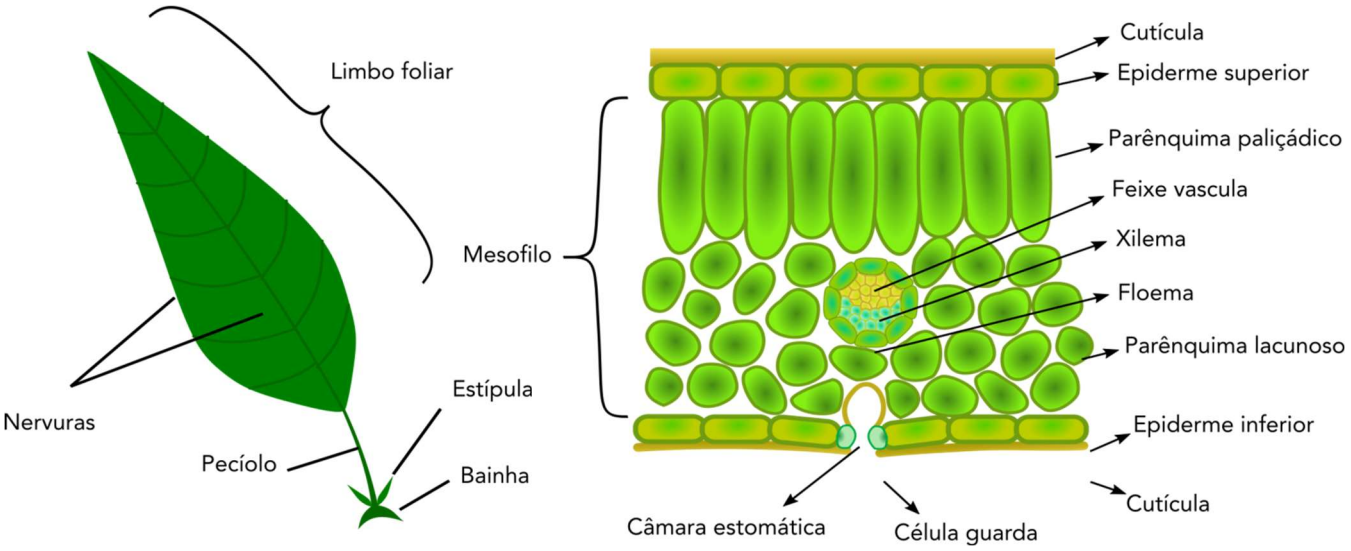
- **Nervação:** **conjunto de nervuras** que constituem o sistema vascular das folhas. A disposição das nervuras tem importância taxonômica.

- **Pecíolo:** faz a **conexão entre a folha e o caule**. Folhas sem pecíolo são chamadas de sésseis.

- **Bainha:** **espessamento na base do pecíolo** que aumenta a área de contato com o caule.

- **Estípulas:** protegem as gemas laterais.

A porção mais externa da folha é revestida pela **epiderme foliar**, caracterizada pela abundância de **estômatos**. A porção intermediária da folha, localizada entre a epiderme superior e inferior, é chamada de **mesofilo** e contém o sistema condutor (xilema e floema) e o tecido parenquimático responsável pela realização da **fotossíntese**.



Representação esquemática dos componentes de uma folha e de um corte transversal.

As folhas são órgãos dotados de grande platicidade, podendo adptar-se a diferentes condições ambientais. Quanto às **adaptações** das folhas a ambientes com diferentes condições de **disponibilidade de água,** podemos destacar:

• **Folhas hidromorfas:** adaptadas a **ambientes úmidos ou aquáticos**. Têm pouco tecido de sustentação e pouco xilema em relação ao floema. A **epiderme e a cutícula são pouco desenvolvidas**. O tecido de preenchimento é marcado pela presença de **grandes espaços intercelulares**, para acúmulo de ar e sustentação na água.

• **Folhas xeromorfas:** típicas de plantas adaptadas a **ambientes áridos**. Folhas **pequenas** e compactas, com paredes celulares e **cutícula mais espessas** e epiderme formada por várias camadass de células (folhas **coriáceas**). Sistema vascular bem desenvolvido e estômatos em criptas ou fendas. Presença de tricomas e espinhos (folhas modificadas).

• **Folhas mesomorfas:** tipo de folha mais comum, epiderme formada geralmente por uma única camada de células.

(Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) A folha é um órgão de aspecto laminar, clorofilado, o qual, se prende aos nós do caule. Assinale a alternativa CORRETA.

(A) Pecíolo: são duas expansões laminares que se desprendem de cada lado do ponto de inserção do pecíolo. Geralmente esta presente em ervilha, roseiras, etc.

(B) Limbo: é a porção laminar da folha, que é percorrido por finas saliências conhecidas como nervuras, que são feixes líbero-lenhosos. Apresentam uma extremidade livre, o ápice, e uma extremidade presa ao pecíolo, que é a base.

(C) Bainha: é uma haste de maior ou menor comprimento que liga caule ao limbo.

(D) Estípulas: é uma dilatação do pecíolo que se insere no ramo, sendo encontrada nas monocotiledôneas e algumas dicitiledoneas, enquanto que o pecíolo é pouco frequente em dicotiledôneas.

(E) Rizomas: são pequenos caules subterrâneos, os quais se prendem folhas modificadas subterrâneas.

Comentário: a alternativa A está errada, pois as expansões laminares na base do pecíolo são as estípulas.

A alternativa B está correta, pois a porção laminar das folhas constitui o limbo ou lâmina foliar, que se prende ao caule através do pecíolo em sua extremidade basal, enquanto a extremidade apical é livre. A nervação das folhas é constituída tanto por xilema (vasos lenhosos) quanto por floema (vasos liberianos).

A alternativa C está errada, pois a haste que liga a lâmina foliar ao caule é o pecíolo.

A alternativa D está errada, pois a dilatação do pecíolo que se insere no caule é a bainha.

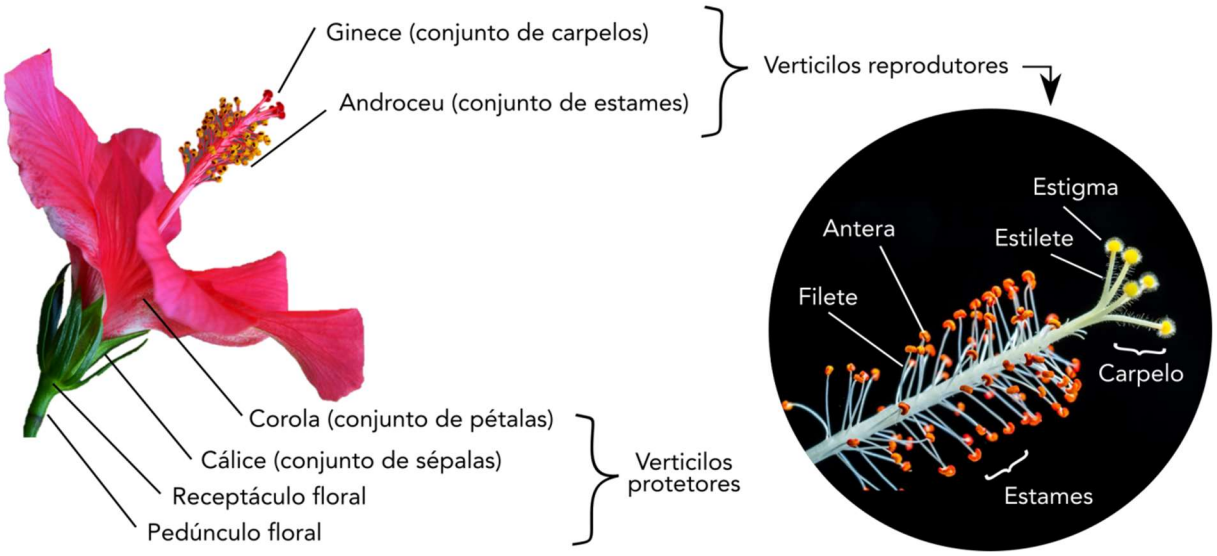
A alternativa E está errada, pois as gemas presentes nos rizomas não originam folhas subterrâneas, já que as folhas são órgãos fotossintetizantes e por isso demandam luz.

Gabarito: alternativa B.

Flor

A função das flores é viabilizar a **reprodução sexuada** dos vegetais, favorecendo a troca de material genético entre indivíduos diferentes por meio da **polinização**. As flores são ramos modificados, sendo compostas pro estruturas responsáveis pela produção dos gametas, os **verticilos reprodutivos**, e por estruturas com finalidade de proteção e atração de polinizadores, os **verticilos protetores**:

- **Verticilos protetores:**
  - **Corola:** conjunto de **pétalas**.
  - **Cálice:** conjunto de **sépalas**.
- **Verticilos reprodutores:**
  - **Gineceu:** conjunto de **carpelos** (ou pistilos), a unidade reprodutiva feminina das flores, formadas por **estigma**, **estilete** e **ovário**.
  - **Androceu:** conjunto de **estames**, a unidade reprodutiva masculina das flores, formados por **filete** e **antera**.



Componentes de uma flor.

As flores pordem ocorrer isoladamente ou agrupadas em **inflorescências**. Quanto à presença dos **verticilos reprodutores**, as flores podem ser:

- **Andróginas, hermafroditas ou monóclinas:** apresentam gineceu e androceu (os dois sexos na mesma flor).
- **Unissexuais ou díclinas:** apenas um sexo por flor (apenas gineceu ou androceu).
- **Assexuadas:** flores estéreis, geralmente ocorrem conjugadas a flores férteis com a função de atrair polinizadores.

As plantas com flores andróginas são sempre **monoicas** (*mono* = um, *oikos* = casa), isto é, uma **única planta apresenta os dois sexos**. Já as plantas com flores unissexuais podem ser monoicas, quando os dois sexos estão presentes na mesma planta (ainda que em flores separadas), ou **dioicas**, quando as flores de **sexos diferentes ocorrem em plantas diferentes**

Flor andrógina, com gineceu e androceu na mesma flor (hibisco); flores unissexuais em milho, uma planta monoica, com androceu (pendão) e gineceu (espiga) separados; inflorescência de girassol, com flores assexuadas atrativas para polinizadores na parte mais externa do capítulo (tipo de inflorescência); flor feminina de abóbora, uma planta monoica, com ovário perceptível; flores femininas de *Cyca*, uma planta dioica; e planta masculina de *Cyca*.

O **número de componentes dos verticilos protetores** é uma importante característica das flores, com grande valor taxonômico, isto é, para sua identificação e classificação. Quanto **ao número de componentes** desses verticilos, as flores são classificadas em:

- **Dímera:** contêm duas pétalas/sépalas. Condição pouco comum.
- **Trímeras:** contêm três pétalas/sépalas ou múltiplos de três. Comum em monocotiledôneas.
- **Tetrâmeras:** contêm quatro pétalas/sépalas ou múltiplos de quatro.
- **Pentâmeras:** contêm cinco pétalas/sépalas ou múltipls de cinco. Tipo mais comum.

Simetria em flores: flores dímeras (coroa-de-cristo); flor trímera (lírio); flores tetrâmeras (mostarda); flor pentâmera (hibisco).

(NUCEPE - PC-PI - 2018) O conhecimento das características morfológicas das plantas é de suma importância na taxonomia vegetal. Dentre as estruturas fundamentais para identificação de espécies estão os órgãos reprodutivos. Com relação aos órgãos florias das plantas, estão corretas as afirmativas à EXCEÇÃO de:

(A) Nas monocotiledôneas normalmente são observados verticilos protetores em base trímera.

(B) Uma mesma planta é denominada monóica, quando apresenta flores díclinas.

(C) Nas espécies dicotiledôneas são observados verticilos protetores em base tetrâmera e pentâmera.

(D) O cálice e a corola das flores se referem aos verticilos reprodutores.

(E) Espécies diclamídeas apresentam os dois verticilos protetores.

Comentário: a alternativa A está correta, pois as plantas monocotiledôneas apresentam flores trímeras.

A alternativa B está correta, pois quando uma mesma planta apresenta flores unissexuais (díclinas) de sexos diferentes ela é dita monoica (ambos os sexos na mesma planta).

A alternativa C está correta, pois nas dicotiledôneas ocorrem flores tetrâmeras e pentâmeras.

A alternativa D está errada, pois cálice e corola são verticilos protetores.

A alternativa E está correta, pois as flores com cálice e corola são chamadas de **diclamídeas**, enquanto as flores com apenas um desses verticilos são chamadas **monoclamídeas**. Quando ambos estão ausentes, a flor é dita **aclamídea**.

Gabarito: alternativa D.

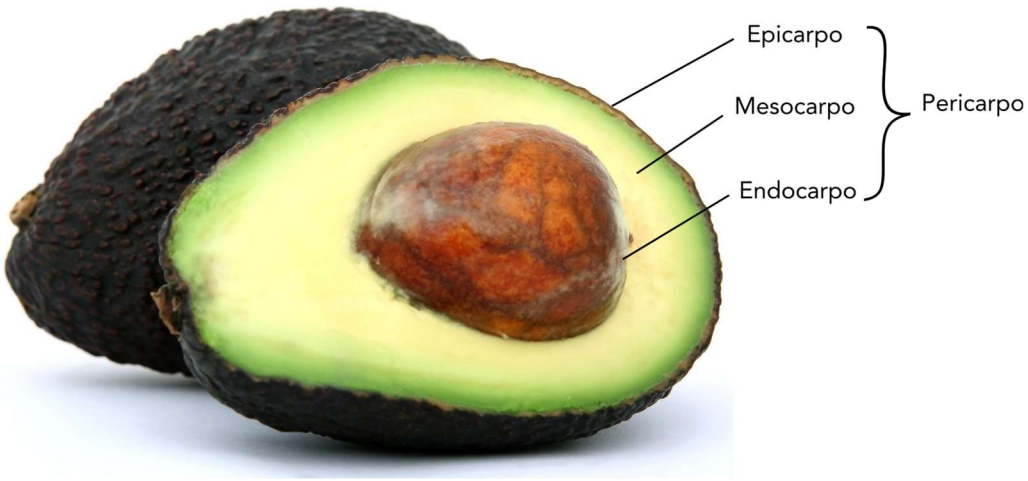
Fruto

Os frutos servem para **proteção das sementes** e para **favorecer a sua dispersão**, garantindo a sobrevivência dos novos organismos e evitando a competição com a planta mãe.

Os **frutos originam-se da hipertrofia do ovário**. Quando outras partes da flor que não o ovário sofrem hipertrofia, tem-se a formação de um **pseudofruto**, como a maçã (receptáculo floral), o caju (pedúnculo floral) e o morango (pseudofruto composto, os frutos são o que popularmente se chama de semente). As flores reunidas em inflorescências dão origem a **infrutescências**, como o abacaxi, por exemplo.

Quando os frutos são produzidos sem fecundação eles são ditos **partenocárpicos**, como é o caso da banana (os pontinhos escuros são óvulos abortados). Os frutos são compostos pelas seguintes estruturas (Figura 8):

- **Epicarpo ou exocarpo:** **revestimento** do fruto, composto geralmente por tecido epidérmico.
- **Mesocarpo:** formado por **parêqnuima** fundamental ou de reserva.
- **Endocarpo:** **parte mais interna** do fruto, em contato com a semente.



Partes do fruto.

Os frutos podem ser classificados de inúmeras formas, sendo mais frequente a classificação quanto à consistência, abertura e tipo. Quanto à **consistência**, os frutos podem ser **carnosos**, quando o pericaropo é suculento; ou **secos**, quando o pericarpo é seco.

Quanto à **abertura**, os frutos podem ser **deiscentes**, quando se abrem naturalmente para liberação das sementes; ou **indeiscentes**, quando não se abrem ao amadurecer. Os frutos carnosos muito raramente são deiscentes, sendo esta uma caracterísitca mais comum de frutos secos.

Os frutos são **classificados em**:

Frutos secos: sem mesocarpo suculento.

• **Deiscentes**: frutos que se **abrem sozinhos** para realizar a dispersão das sementes.

- **Legume:** fruto seco que se abre dos dois lados.

- **Silíqua:** semelhante ao legume, mas com um "cacho" de sementes.

- **Cápsula:** fruto que abre-se em um local específico para liberação das sementes.

• **Indeiscentes:** frutos **que não se abrem** sozinhos.

- **Aquênio:** semente presa a apenas um ponto do pericarpo.

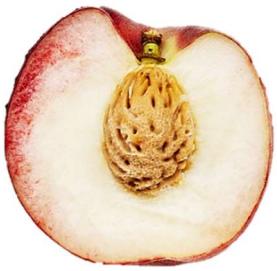
- **Cariopse:** tegumento da semente totalmente ligado ao pericarpo.

- **Sâmara:** fruto com expansões aladas.

Frutos carnosos: mesocarpo suculento, geralmente para atrair pássaros e outros animais.

• **Drupa:** apenas uma semente, envolvida por endocarpo geralmente rígido (caroço).

• **Baga:** fruto carnoso com várias sementes.



Tipos de frutos: drupa (pêssego); baga (tomate); aquênio (noz); cariopse (milho); sâmara; síliqua (mostarda); cápsula (papoula).

(FUNCAB - Prefeitura de Vassouras, RJ - 2013) De um modo geral, os frutos secos diferem dos frutos carnosos por apresentarem pericarpo com consistência rígida e seca, podendo ser deiscentes ou indeiscentes. Existe um tipo de fruto que é indeiscente, com uma única semente não aderida ao pericarpo ou aderida em um único ponto, estando envolvida, sem estar soldada ao pericarpo. Tem como exemplo a avelã e o morango, sendo os frutos, na realidade, as sementes e não o eixo carnoso da inflorescência. Esse tipo de fruto seco é denominado:

(A) cariópse.

(B) balaúste.

(C) legume.

(D) síliqua.

(E) aquênio.

Comentário: a alternativa A está errada, pois o cariopse é um tipo de fruto seco indeiscente no qual a semente está totalmente ligada ao embrião.

a alternativa B está errada, pois balaústre é um termo pouco usual para descrever o fruto carnoso da romã.

A alternativa C está errada, pois legume é um fruto seco deiscente.

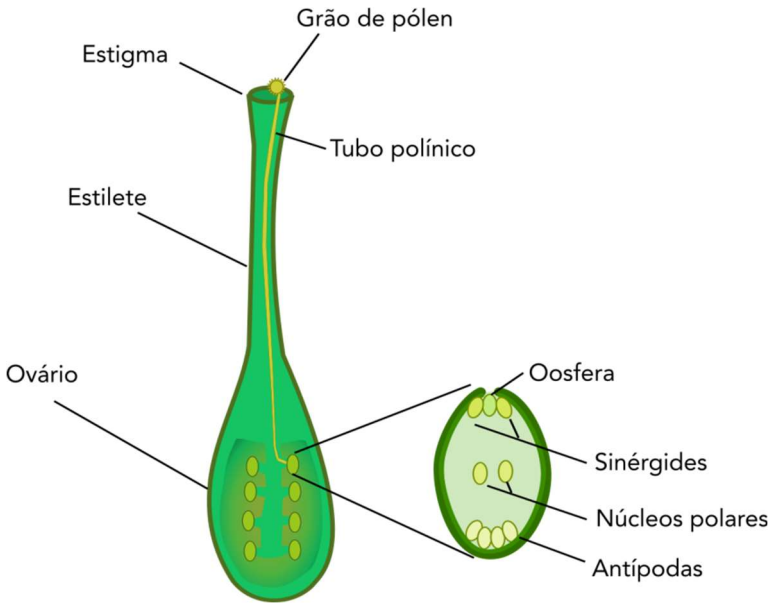
A alternativa D está errada, pois síliqua é um fruto seco deiscente.

A alternativa E está correta, pois aquênio é um fruto seco indeiscente no qual a semente está ligada ao epicarpo por apenas um ponto.

Gabarito: alternativa E.

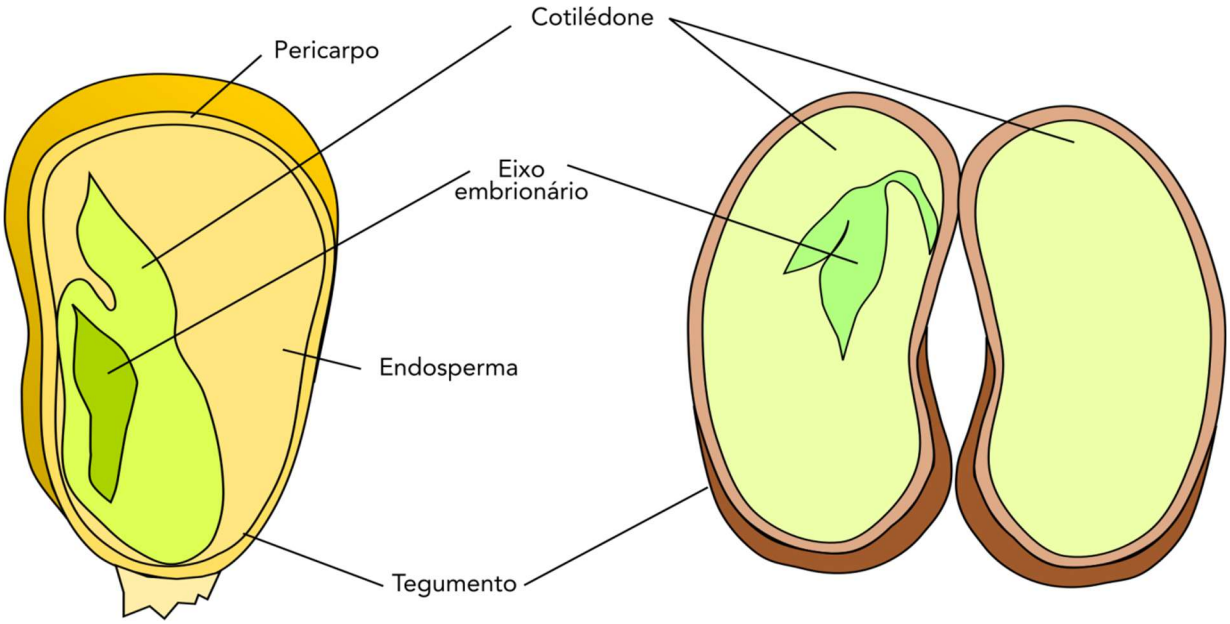
Semente

A formação do fruto e da semente envolve as etapas de **polinização**, **crescimento do tubo polínico** e **singamia** (**fecundação** propriamente dita). O tubo polínico cresce até atingir a abertura do óvulo, descarregando dois núcleos reprodutivos ou gerativos que promovem a **dupla fecundação**: um fecunda a **oosfera**, dando origem ao **embrião**, enquanto o outro fecunda a célula média que contém os dois **núcleos polares**, dando origem ao **endosperma**.



Representação esquemática do carpelo, óvulo e polinização.

A semente **origina-se do óvulo fecundado**, sendo formada pelos **tegumentos** e pela **amêndoa** (embrião + endosperma). Os integumentos do ovário originam os tegumentos da semente (testa e tégmen). O **embrião** é formado pelo **eixo embrionário**, que contém os meristemas que darão origem à planta, e pelos **cotilédones**, que têm função de reserva, proteção ou nutrição. Os cotilédones podem consumir totalmente a reserva energética, como na soja ou no feijão (sementes exalbuminosas, sem endosperma), ou a reserva pode permanecer como **endosperma,** também chamado de albúmen (sementes albuminosas).



Representação esquemática de sementes de milho e feijão.

A **dispersão** de frutos e sementes pode se basear em diferentes estratégias:

• Zoocórica: feita por animais.

• Anemocórica: dispersão pelo vento.

• Hidrocórica: feita pela água.

• Geocárpica: após a fecundação, os frutos são enterrados pela própria planta (por exemplo, o amendoim).

(IF-PE - IF-PE - 2016) Com relação à estrutura interna e externa da flor, do fruto e da semente, analise as afirmativas.

I. A flor é um órgão que abriga os elementos da reprodução das fanerógamas. Nasce da axila de uma bráctea e, quando completa, consta de: pedúnculo, cálice, corola, androceu e gineceu.

II. Fruto é o ovário desenvolvido e amadurecido. Esse desenvolvimento se dá, em geral, após a fecundação. Frutos partenocárpicos são os que se originam, excepcionalmente, sem fecundação.

III. As sementes resultam de óvulos fecundados. São formadas por: tegumentos e amêndoa. Os tegumentos são: testa e tégmen. A amêndoa pode apresentar: embrião e albúmen ou endosperma.

IV. As flores entomófilas e ornitófilas são desprovidas de corola e as flores anemófilas são dotadas de corola, que darão origem a frutos secos e carnosos, respectivamente.

V. O óvulo fecundado se transforma em fruto e o ovário, em sementes que, ao se libertarem dos frutos, caindo em ambiente favorável, germinam e produzem plantas, iguais às que lhes deram origem.

Estão corretas, apenas:

a) I, II e III.

b) I, III e V.

c) II, III e V.

d) II, IV e V.

e) I, IV, e V.

Comentário: a afirmativa I está correta, pois as flores completas são compostas por pedúnculo, cálice, corola, androceu e gineceu, porém a afirmação de que se formam da axila de uma bráctea não procede. As brácteas são folhas modificadas que podem compor as flores ou inflorescências (sendo geralmente vistosas nessas situações), contribuindo para a atração de polinizadores. O correto seria afirmar que se formam nas axilas de ramos ou folhas.

A afirmativa II está correta, pois o fruto origina-se do desenvolvimento do ovário após a fecundação, sendo que no caso dos frutos partenocárpicos o desenvolvimento se dá sem que haja fecundação.

A afirmativa III está correta, pois a semente origina-se do óvulo. Os integumentos do ovário dão origem aos tegumentos da semente, testa e tégmen. A amêndoa da semente contém o embrião e o endosperma.

A afirmativa IV está errada, pois as flores que dependem de insetos e pássaros para polinização geralmente têm corola com pétalas vistosas, enquanto as flores polinizadas pelo vento não necessitam dessa estrutura para atrair polinizadores.

A afirmativa V está errada, pois o óvulo fecundado dá origem à semente, enquanto o ovário dá origem ao fruto. Além disso, a propagação sexuada não resulta em descendência igual aos genitores.

Gabarito: alternativa A.

1.3 - BOTÂNICA SISTEMÁTICA

A Sistemática é o ramo da Botânica que se ocupa de estudar a **identificação**, **classificação** e **nomenclatura** das plantas. Há poucas décadas, a Sistemática se baseava integralmente **em critérios morfológicos**, reunindo em um mesmo grupo plantas que apresentavam aspectos morfológicos semelhantes, principalmente quanto à morfologia das flores. Atualmente, têm sido aplicados **critérios filogenéticos**, isto é, de **parentesco evolutivo**, que puderam ser adotados em decorrência do acentuado desenvolvimento das técnicas de Genética Molecular. Para concursos, os aspectos mais importantes são a **distinção entre gimnospermas e angiospermas** e entre **monocotiledôneas e dicotiledôneas** e algumas famílias botânicas principais.

1.3.1 Classificação das plantas

Classificação significa a **ordenação das plantas de acordo com um sistema** de classificação hierárquico (lembra-se do REFICOFAGE? Reino, filo, classe, ordem, família, gênero, espécie). Atualmente o sistema empregado é o APG (Angiosperm Phylogeny Group ou grupo de filogenia das angiospermas). As unidades taxonômicas têm nomes cujas **terminações** seguem o **Código Internacional de Nomenclatura Botânica**: divisão -*phyta*, classe -*opsida*, ordem -*ales*, família -*aceae*.

As **divisões** (equivalente botânico de **filo**) consideradas tradicionalmente são:

• **Briophyta:** plantas avasculares (**sem sistema condutor** com vasos de floema e xilema), como os musgos.

• **Tracheophytes:** plantas com sistemas de condução (**plantas vasculares**).

– **Pteridophyta:** plantas vasculares que **não produzem sementes**, como as samambaias.

– **Spermatophyta ou fanerógamas:** plantas que produzem **sementes**.

- **Pinophyta ou Gimnospermas:** plantas com **sementes nuas**, isto é, não protegidas por frutos. Grupo dos pinheiros e cicas.

- **Magnoliophyta ou angiospermas:** plantas que produzem **sementes em frutos**.

As principais **diferenças entre gimnospermas e angiospermas** são:

Gimnospermas	Angiospermas
Semente desprotegida.	Semente protegida pelo fruto.
Crescimento monopodial.	Crescimento monopodial ou simpodial.
Polinização pelo vento (anemófila).	Polinização diversificada.
Plantas terrestres de vida livre.	Plantas terrestres, aquáticas ou epífitas; de vida livre ou parasitas.
Hábito arbóreo ou arbustivo.	Hábitos diversos (herbáceo, arbustivo, arbóreo, etc).
Gametas produzidos em estróbilos, que contêm o arquegônio (ovário primitivo).	Gametas produzidos em flores, nas quais os carpelos contêm o ovário.

(Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) Diferencie as plantas Angiospermas das plantas Gimnospermas. Para as Plantas Angiospermas marque número (1), para as Plantas Gimnospermas marque número (2).

1) Angiospermas.

2) Giminospermas.

( ) Flores geralmente periantadas, algumas unissexuadas e outras bissexuadas.

( ) Sementes envolvidas por frutos.

( ) Lenho formado por traqueias.

( ) Sementes nuas pois, no local do ovario há arquegônio.

( ) A fecundação ocorre de maneira simples, havendo apenas a oosfera dentro de um arquegônio.

( ) A fecundação, acontece de maneira complicada, pois, ale, da oosfera, ainda existe o núcleo secundário do saco embrionário.

( )Flores aperiantadas e unissexuadas (flores masculinas e femininas separadas).

( ) Flores desprovidas de nectários, de modo que a polinização é sempre pelo vento (anemofilia).

( ) Flores com nectários, fazendo com que a polinização se processe por meio de aves e insetos.

( ) Lenho constituído por traqueídeos.

Assinale a alternativa que apresenta a associação correta dos parênteses de cima para baixo:

(A) 1 -1 -1 -2-2-1 -2-2-1 -2.

(B) 2-2-2-1 -1 -2-1 -1 -2-1.

(C) 2-1 -2-2-1 -1 -2-1 -1 -2.

(D) 1 -2-1 -2-2-2-1 -2-1 -1.

(E) 1 -2-2-1 -1 -1 -2-2-1 -2.

Comentário: flores periantadas são aquelas que possuem verticilos protetores (corola e cálice), chamados de perianto, ocorrendo apenas em angiospermas (1).

Sementes envolvidas por frutos ocorrem em angiospermas (1).

Essa afirmativa poderia gerar dúvida, já que o lenho (xilema) formado por traqueídeos ocorre em gimnospermas, enquanto em angiospermas ocorrem elementos de vaso. Contudo, ao conjunto de elementos de vaso (angiospermas), dá-se o nome de vaso ou traqueia (pouco usual). Perceba, porém, que com as duas primeiras sentenças já se chega à alternativa correta (1).

Sementes nuas ocorrem em gimnospermas, nas quais há apenas um ovário primitivo, o arquegônio (2).

A fecundação simples da oosfera dentro de arquegônio ocorre em gimnospermas (2).

A fecundação das angiospermas é mais complexa, pois há fecundação tanto da oosfera quanto dos núcleos polares, ou seja, uma dupla fecundação (1).

Flores desprovidas de verticilos protetores (aperiantadas) e unissexuadas ocorrem em gimnospermas (2).

Polinização anemófila e flores desprovidas de nectários (estruturas secretoras de néctar para atração de polinizadores) ocorrem em gimnospermas (2).

Flores com nectários, com participação de aves e insetos como agentes polinizadores, ocorrem em angiospermas (1).

Lenho constituído por traqueídeos ocorre em gimnospermas (2).

Gabarito: alternativa A.

A divisão Magnoliophyta ou o grupo das **angiospermas** possui **duas classes** extremamente importantes, Lilliopsida ou **monocotiledôneas** e Magnoliopsida ou **dicotiledôneas**, cujas **principais diferenças** são:

Monocotiledôneas	Dicotiledôneas
Semente com um cotilédone.	Semente com dois cotilédones.
Raiz fasciculada.	Raiz pivotante.
Flores com tépalas (sépalas = pétalas).	Sépalas diferentes das pétalas.
Folhas com nervuras paralelas (folhas paralelinérveas)	Padrões diversos de nervação.
Sistema vascular irregularmente distribuído no caule e sem câmbio vascular organizado (apenas crescimento primário).	Sistema vascular organizado, com câmbio vascular (meristema lateral para crescimento secundário).
Flores trímeras.	Flores tetrâmeras ou pentâmeras.

(Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) Em relação as monocotiledôneas assinale a alternativa CORRETA.

(A) Seus feixes são geralmente em forma de anel, com o líber envolvendo o lenho, com estrutura sifonostélica ou eustélica, há estrutura secundária.

(B) No caule, os feixes apresentam disposição difusa, de maneira geral, não há uma estrutura secundária.

(C) As flores são do tipo tetrâmero ou pentâmero, ou seja, cada verticilo possui 4 ou 5 peças.

(D) As sementes possuem 2 cotilédones e desprovidas de albúmem.

(E) Apresentam maior quantidade de estômatos na face inferior da folha, quando comparadas com as dicotiledôneas.

Comentário: a alternativa A está errada, pois os feixes vasculares em monocotiledôneas têm distribuição aleatória, não havendo estrutura secundária de crescimento.

A alternativa B está correta, pois nas monocotiledôneas os feixes de vasos condutores estão distribuídos irregularmente, não havendo crescimento secundário por falta de meristemas laterais.

A alternativa C está errada, pois as flores de monocotiledôneas são trímeras.

A alternativa D está errada, pois as sementes de monocotiledôneas têm apenas um cotilédone.

A alternativa E está errada, pois as monocotiledôneas, apesar de terem folhas anfiestomáticas (isto é, com estômatos em ambas as faces das folhas), geralmente têm a mesma quantidade de estômatos em ambas as faces das folhas, uma vez que essas frequentemente têm crescimento verticalizado. Já as dicotiledôneas também comumente têm folhas anfiestomáticas, mas com maior densidade de estômatos na face inferior.

Gabarito: alternativa B.

1.3.2 - Nomenclatura botânica

A nomenclatura botânica se se baseias no **sistema binomial** proposto por Lineu no século XVIII. Os nomes científicos são **compostos por duas palavras em latim ou latinizadas**, sendo a primeira o **gênero** da espécie e a segunda, o **epíteto específico**. Perceba que o nome da espécie é formado pelas duas palavras, pois é comum que se diga que a primeira palavra do nome é o gênero e a segunda, a espécie, o que é um equívoco. Os nomes científicos devem ser sempre destacados no texto, geralmente em itálico ou sublinhado.

Atualmente, a nomenclatura botânica é regida pelo **Código Internacional de Nomenclatura Botânica**, que apresenta seis princípios básicos:

• *A nomenclatura botânica é independente da zoológica.*

• *A aplicação dos nomes se dá a partir dos tipos* (por exemplo, as classes Lilliopsida e Magnoliopsida, respectivamente mono- e dicotiledôneas, se baseiam nos gêneros tipo, isto é, adotados como mais representativos, Lillium e Magnolia).

• *A nomenclatura botânica se baseia na prioridade de publicação* (nome mais antigo tem prioridade).

• *Cada grupo não pode ter mais de um nome.* Exceção a esse princípio são as oito famílias botânicas que têm dois nomes igualmente válidos, um consagrado pelo uso e outro que segue a terminação *-aceae*:

Compositae = Asteraceae
Cruciferae = Brassicaceae
Graminae = Poaceae
Guttiferae = Clusiaceae
Labiatae = Lamiaceae
Leguminosae = Fabaceae
Palmae = Arecaceae
Umbelliferae = Apiaceae

• *Os nomes dos grupos taxonômicos são tratados como latinos.*

• *As regras de nomenclatura têm efeito retroativo.*

Recomenda-se que os nomes científicos sejam seguidos da identificação do autor que identificou ou descreveu a espécies, por exemplo:

Coffea arabica Lineu ou *Coffea arabica* L.

Depois que determinado nome já apareceu no texto, o gênero pode ser abreviado, por exemplo, *C. arabica*.

Variedades naturais são identificadas por um terceiro nome, também em latim ou latinizado, precedido pela palavra **var**. e sempre com letra minúscula (assim como o epiteto específico). Por exemplo, veja as diferentes hortaliças da espécie *Brassica oleraceae* que constituem variedades naturais:

Brassica oleracea var. *acephala* - couve
Brassica oleracea var. *capitata* - repolho
Brassica oleracea var. *botytris* - couve-flor
Brassica oleracea var. *italica* - brócolis

As variedades cultivadas ou as **cultivares** (de *cultivated variety*) recebem nomes em línguas modernas (não latinizados), precedidos pela indicação cv. ou entre aspas. Por exemplo, veja duas cultivares de couve-flor:

Brassica oleracea var. *botytris* cv. Teresópolis ou *Brassica oleracea* var. *botytris* "Teresópolis"
B. oleracea var. *botytris* cv. Piracicaba Precoce ou *B. oleracea* var. *botytris* "Piracicaba Precoce"

1.3.2 - Principais famílias botânicas

Listamos a seguir algumas famílias que contêm importantes **plantas cultivadas** para familiarizá-lo com esses nomes.

Monocotiledôneas

• **Alliaceae:** ervas bulbosas frequentemente aromáticas, como alho (*Allium sativum*) e cebola (*Allium cepa*).

• **Araceae:** plantas herbáceas tropicais, com enorme importância ornamental, sendo algumas usadas na alimentação (taioba, inhame, cará).

• **Arecaceae ou Palmae:** família das **palmeiras**, sendo inúmeras espécies ornamentais e algumas de importância econômica, como carnaúba, açaí (*Euterpe oleracea*), dendezeiro ou palma (*Elaeis guineensis*).

• **Bromeliaceae:** família das **bromélias**, incluindo inúmeras espécies ornamentais e o **abacaxi** (*Ananas comosus*).

• **Orquidaceae:** família das **orquídeas**, segunda maior família botânica.

• **Poaceae ou Graminae:** família das **gramíneas**, incluindo importantes espécies cultivadas, algumas que constituem a base da alimentação de muitas pessoas, como **arroz** (*Oryza sativa*), **trigo** (*Triticum aestivum*), **milho** (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), **cana** (*Saccharum officinarum*) e diversas espécies **forrageiras** que serão abordadas na aula 11.

Dicotiledôneas

• **Anacardiaceae:** árvores e arbustos tropicais, incluindo frutas como a manga (*Mangifera indica*) e o caju (*Anacardium occidentale*).

• **Apiaceae ou Umbelliferae:** plantas herbáceas produtoras de óleos aromáticos, incluindo espécies como **cenoura** (*Daucus carota*), erva-doce, salsa, aipo.

• **Asteraceae ou Compositae:** inflorescência em capítulo. Maior família botânica (25.000 espécies), incluindo plantas cultivadas (ex. **girassol**), ornamentais e **daninhas**.

• **Brassicaceae ou Cruciferae:** família das **crucíferas**, plantas como a couve e o repolho.

• **Cactaceae:** plantas xerófitas exclusivas das Américas, ramos modificados em cladódios e folhas modificadas em espinhos. Inúmeras espécies de **cactos** ornamentais e alguns de importância econômica, como a palma-forrageira e a pitaia.

• **Cucurbitaceae:** plantas trepadeiras ou rastejantes predominantemente tropicais, como as **abóboras** (gênero *Cucurbita*), a melancia (*Citrulus lanatus*) e o melão (*Cucumis melo*).

• **Euphorbiaceae:** plantas **latescentes** (com látex), incluindo espécies importantes como **mandioca** (*Manihot esculenta*), mamona (*Ricinus communis*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*).

• **Fabaceae ou Leguminosae:** família das **leguminosas**, a terceira com maior número de espécies (18.000), inclui plantas como amendoim (*Arachis hypogea*), ervilha (*Pisum sativum*), **feijão** (gênero *Phaseolus*), **soja** (*Glycine max*) e algumas forrageiras (alfafa, estilosantes, amenoim-forrageiro).

• **Lamiaceae ou Labiatae:** inclui diversas espécies ornamentais, aromáticas, condimentares e medicinais, como hortelã, menta, alecrim, lavanda, etc.

• **Malvaceae:** distribuição tropical, incluindo plantas como o **algodão** (*Gossypium hirsutum*) e o cacau (*Theobroma cacao*).

• **Myrtaceae:** árvores e arbustos predominantemente das Américas e Oceania, caule com ritidoma (descascamento característico), incluindo o **eucalipto** (gênero *Eucalyptus*), e diversas frutíferas como goiaba, uvaia, araçá, pitanga (gêneros *Eugenia* e *Psidium*).

• **Rosaceae:** família que inclui plantas ornamentais, como a roseira, e diversas frutíferas, como **pêssego** e ameixa (gênero *Prunus*), framboesa e amora-preta (gênero *Rubus*).

• **Rubiaceae:** distribuição ampla, geralmente contêm alcaloides, família do **cafeeiro** (*Coffea arabica*).

• **Rutaceae:** arbustos e árvores, inclui as **frutas cítricas** (gênero *Citrus*).

• **Solanaceae:** diversas espécies cultivadas, como **tomate** (*Solanum lycopersicum*), **batata** (*Solanum tuberosum*) e fumo (*Nicotiana tabacum*).

(COTEC - Prefeitura de Turmalina, MG - 2019) Em sua classificação botânica, o milho (*Zea mays* L.) pertence à família da:

(A) Asteraceae.

(B) Fabaceae.

(C) Brassicaceae.

(D) Poaceae.

Comentário: o milho é uma gramínea da família Poaceae ou Graminae.

Gabarito: alternativa D.

2 - FISIOLOGIA VEGETAL

A Fisiologia Vegetal estuda o funcionamento das plantas diante das variáveis ambientais a partir da compreensão das suas reações metabólicas. Em concursos, os principais temas são a fotossíntese (**metabolismo C3 e C4**) e os **hormônios**.

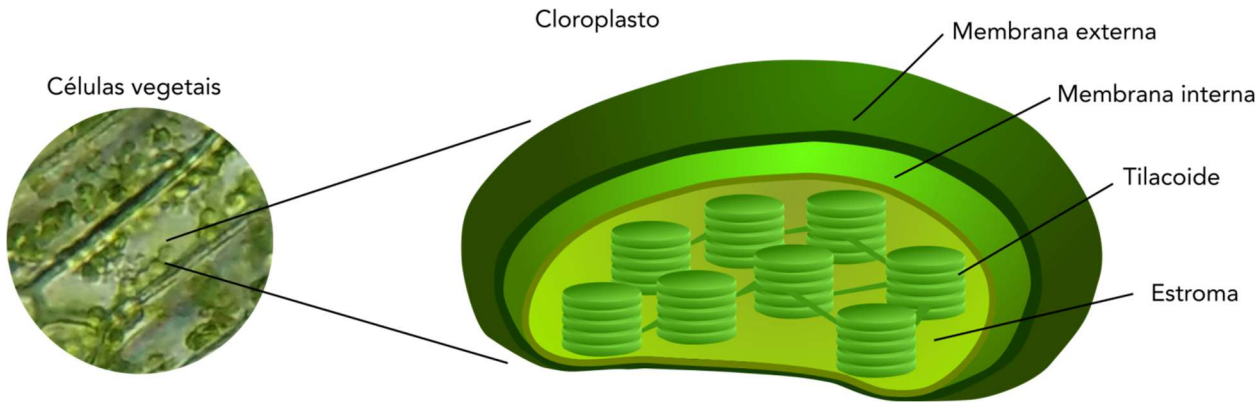
2.1 - FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO

2.1.1 - Fotossíntese

A fotossíntese é basicamente o único processo de importância biológica capaz de aproveitar a energia do Sol, utilizando a energia emitida na forma de fótons ("pacotes" de energia da radiação solar) para produção de moléculas orgânicas a partir do CO_2 do ar. A fotossíntese é um processo metabólico extremamente complexo, com pelo menos 50 etapas intermediárias da reação já identificadas.

A **energia do sol** é utilizada para **oxidação da água** e é **convertida em energia química** na forma de **ATP e NADPH** (poder redutor, isto é, uma molécula doadora de elétrons) na **fase fotoquímica** da fotossíntese. Na **fase bioquímica**, o ATP e o NADPH são empregados na **fixação do CO_2 como glicose**. As reações químicas da fotossíntese ocorrem nos **cloroplastos**. Essas organelas têm um extenso sistema de membranas externas, os **tilacoides**, onde ocorrem as reações da fase fotoquímica, enquanto a fase bioquímica ocorre no estroma, a região do cloroplasto fora dos tilacoides (Figura 12). A produção de glicose a partir de gás carbônico e água pela fotossíntese é geralmente expressa pela seguinte **reação**:

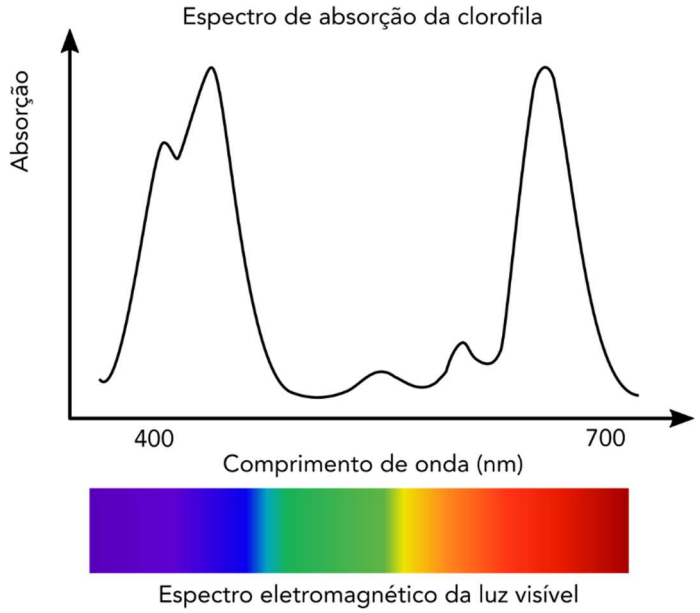
$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{clorofila}]{\text{luz}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



Célula vegetal com cloroplastos e representação esquemática de um cloroplasto.

Fase fotoquímica

A maior parte da radiação emitida pelo sol situa-se entre as regiões do ultravioleta (maior energia, comprimentos de onda mais curtos) e do infravermelho (comprimentos de onda mais longos, menos energéticos), sendo que a **região fotossinteticamente ativa** do espectro de radiação solar situa-se basicamente na **região a luz visível**, com comprimentos de onda de 400 a 700 nanômetros (Figura 13). As plantas absorvem principalmente a **radiação nas regiões do azul e do vermelho**, absorvendo muito pouco na região do verde (onde a reflexão é maior, motivo pelo qual enxergamos as folhas verdes).

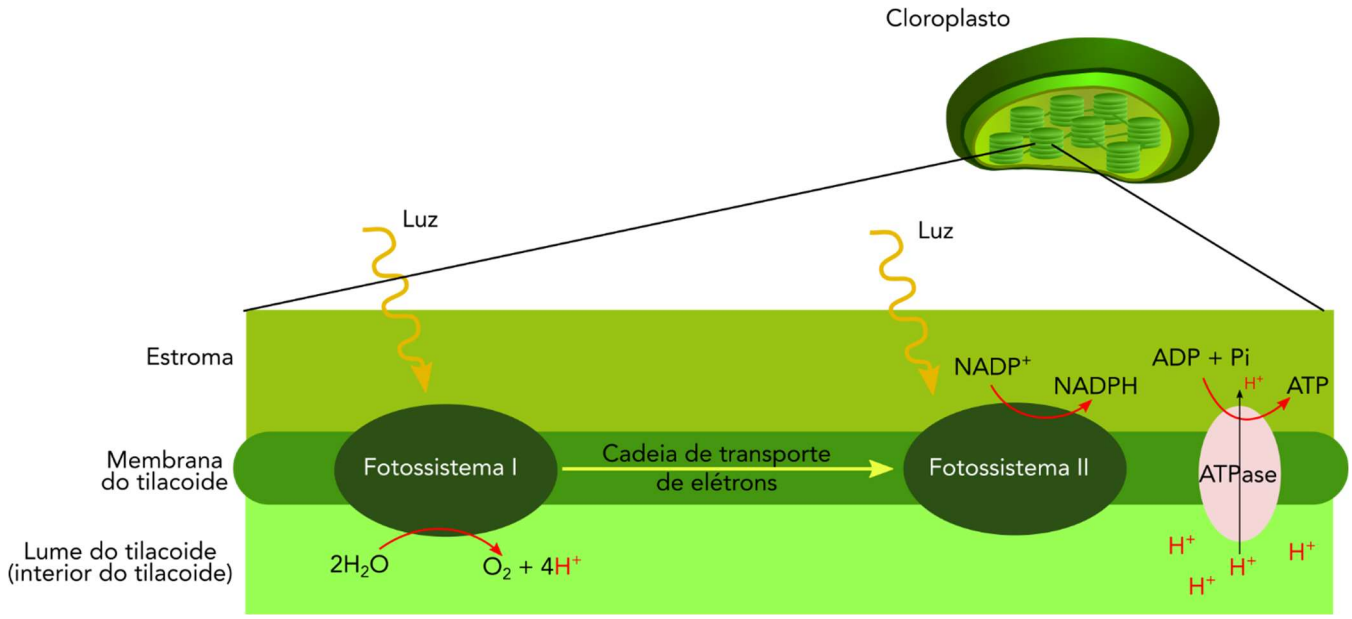


Espectro de absorção da radiação eletromagnética das moléculas de clorofila e faixas de cor da luz visível.

A energia da radiação solar é **captada pelos pigmentos** dos complexos antena, sendo então remetida aos centros de reação, onde ocorrem as reações químicas. As reações da fase fotoquímica ocorrem nos chamados **fotossistemas** (Figura 14), formados pelo fotossistema II (PSII ou PS680) e pelo fotossistema I (PSI ou PS700) que operam em série (um em seguida do outro).

No **fotossistema II**, a molécula da **água sofre fotólise**, isto é, quebra pela luz, **liberando elétrons**, **H^+ e O_2** (O_2 liberado na fotossíntese provém da molécula de água, não do CO_2). A fotossíntese é basicamente o único sistema bioquímico capaz de realizar a quebra da molécula de água, com liberação de O_2 para a atmosfera terrestre. Os **íons H^+** irão gerar um **gradiente eletroquímico** que permite a **formação de ATP** em enzimas ATPase. Os **elétrons** liberados no fotossistema II são levados para o fotossistema I por uma cadeia de transporte de elétrons.

No **fotossistema I**, a radiação solar incidente é usada para **excitar os elétrons** e promover a **redução (ganho de elétrons) do $NADP^+$ a NADPH**, o **poder redutor** que será responsável pela redução do CO_2 na fase bioquímica. Alguns **herbicidas** atuam bloqueando a cadeia de transporte de elétrons da fase fotoquímica, como o **diuron** e o **paraquat**.



Representação esquemática da fase fotoquímica da fotossíntese

Fase bioquímica

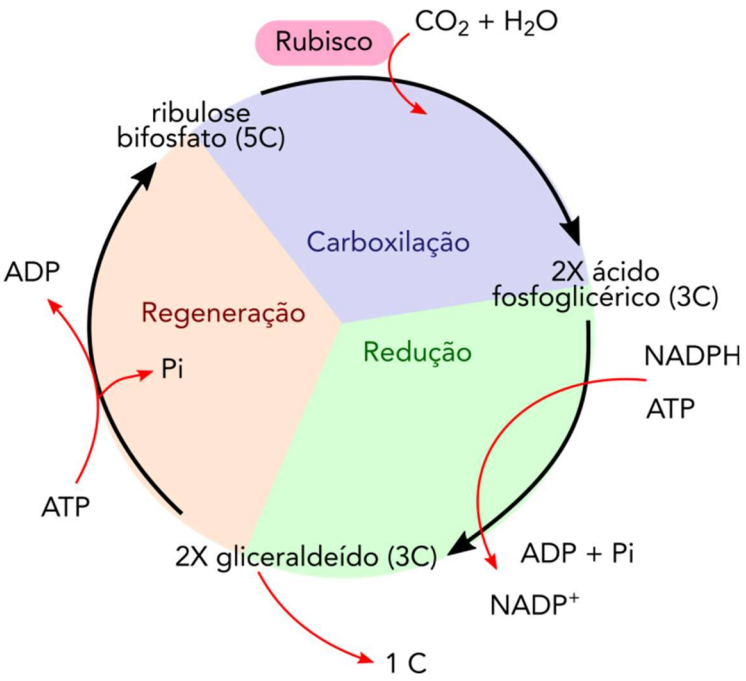
Para conversão do CO2 a fotoassimilados, são necessários **elétrons** para a reação de **redução do CO_2** e **energia metabólica** para a ligação entre os átomos de C. Os elétrons são doados pelo NADPH e a energia pelo ATP, produzidos durante a fase fotoquímica. O CO_2 penetra no mesofilo foliar a partir da abertura estomática, que está condicionada a diversos fatores, como disponibilidade de luz.

A fase bioquímica é chamada também de **ciclo de Calvin-Benson** ou mecanismo C3, pois M. Calvin e A. A. Benson observaram que o **primeiro metabólito estável** produzido era uma molécula com três átomos de C. O clico desenvolve-se em **três fases**, carboxilação, redução e regeneração (Figura 15):

• **Carboxilação:** o ciclo inicia-se com **incorporação de um C, proveniente do CO_2**, a uma molécula de ribulose bifosfato (açúcar com cinco C), com formação de um intermediário instável de seis C que é rapidamente convertido em **duas moléculas de três C** (por isso ciclo C3) de ácido fosfoglicérico, o primeiro produto estável do ciclo. Essa carboxilação é realizada pela **enzima rubisco** (ribulose bifosfato carboxilase-oxigenase). A rubisco, ao ligar-se ao CO_2, atua como **carboxilase**, mas pode ligar-se também ao O_2, atuando como **oxigenase**, conforme será visto adiante na fotorrespiração. A reação ocorre espontaneamente, sem necessidade de fornecimento de energia metabólica.

• **Redução:** o ácido fosfoglicérico é reduzido a **carboidrato** (gliceraldeído), **com consumo de ATP e NADPH provenientes da fase fotoquímica**.

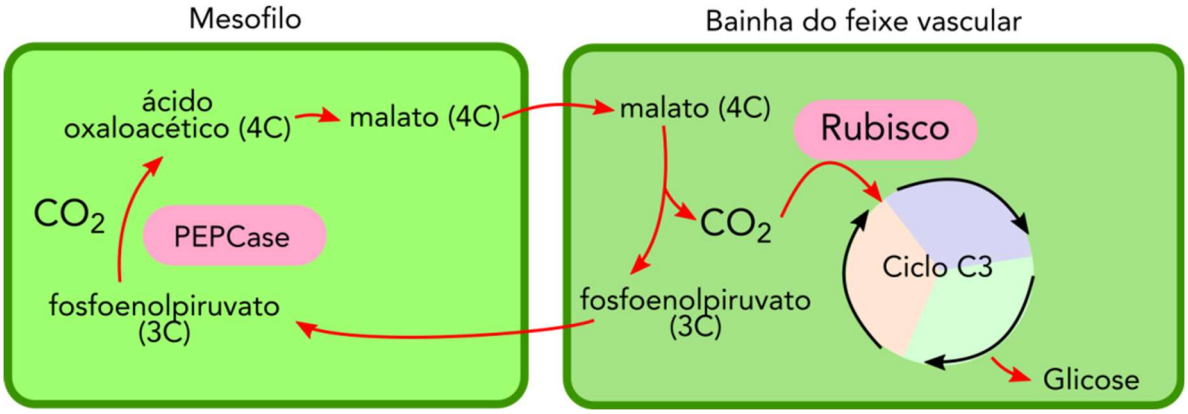
• **Regeneração:** a ribulose bifosfato é regenerada, permitindo o funcionamento contínuo do ciclo. A **cada volta do ciclo uma molécula de C é fixada**, sendo que uma molécula de glicose é produzida a cada seis voltas do ciclo.



Representação esquemática da fase bioquímica da fotossíntese (ciclo C3 ou ciclo de Calvin-Benson).

A observação de que algumas plantas têm como primeiro metabólito estável um **composto de quatro C** em vez de três foi elucidado por M. D. Hatch e C. R. Slack, sendo esse processo conhecido como **ciclo C4** ou **ciclo de Hatch-Slack**. Enquanto no ciclo **C3 a carboxilação é realizada pela rubisco**, resultando na formação de ácido fosfoglicérico (3C), no **ciclo C4 a enzima carboxilase é a PEPCase** (fosfoenolpirúvico carboxilase), cujo produto é o **ácido oxalacético** (com **quatro C**).

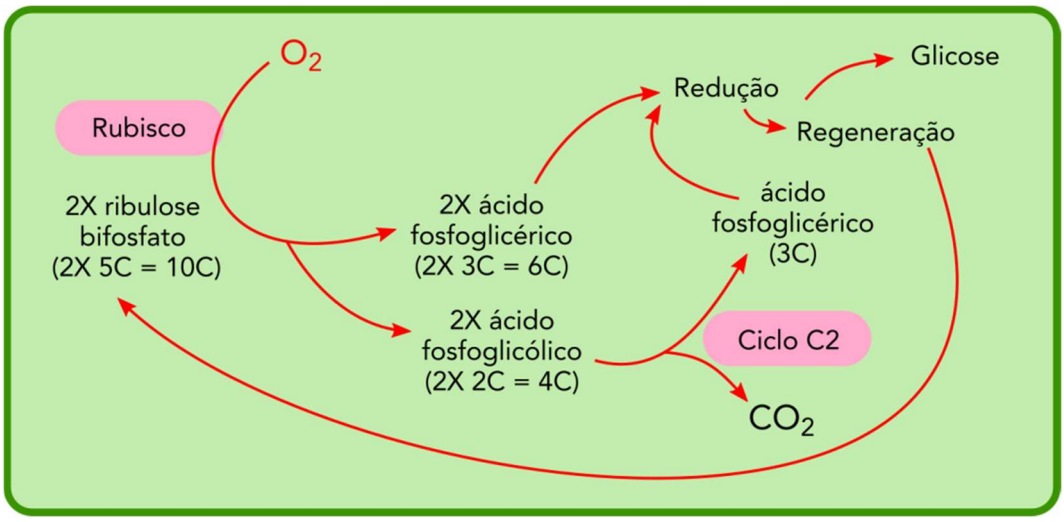
O ciclo C4 ocorre tanto em mono- quanto em dicotiledôneas, mas é especialmente comum em **gramíneas tropicais** (família Poaceae), como cana, milho e capim-braquiária. O ciclo C4 está associado a **características anatômicas** especiais das folhas dessas plantas, que apresentam a chamada **anatomia Kranz** ("coroa" em alemão). Essa particularidade anatômica consiste em uma **camada de células ao redor dos feixes vasculares das folhas**, com compartimentalização das etapas do ciclo nas células do mesofilo e da bainha do feixe.



Representação esquemática do ciclo C4.

A **PEPCase captura o CO_2 nas células do mesofilo**, incorporando-o ao fosfoenolpiruvato (3C), com formação de ácido oxaloacético (4C), que é **transportado para células da bainha do feixe** vascular na forma de malato ou aspartato (ambos 4C). Na bainha do feixe, o **malato ou aspartato perdem um C** na forma de **CO_2**, formando novamente o piruvato, que retorna ao mesofilo. O **CO_2 liberado é então capturado pela rubisco** e **entra no ciclo C3** visto anteriormente. Essa compartimentalização permite que a rubisco atue em condições com teores de CO_2 mais altos, reduzindo sua atividade como oxigenase. Adicionalmente, quando a rubisco atua como oxigenase, o CO_2 perdido na bainha do feixe é recapturado pela PEPcase no mesofilo, reduzindo a perda de C e **aumentando a eficiência fotossintética**.

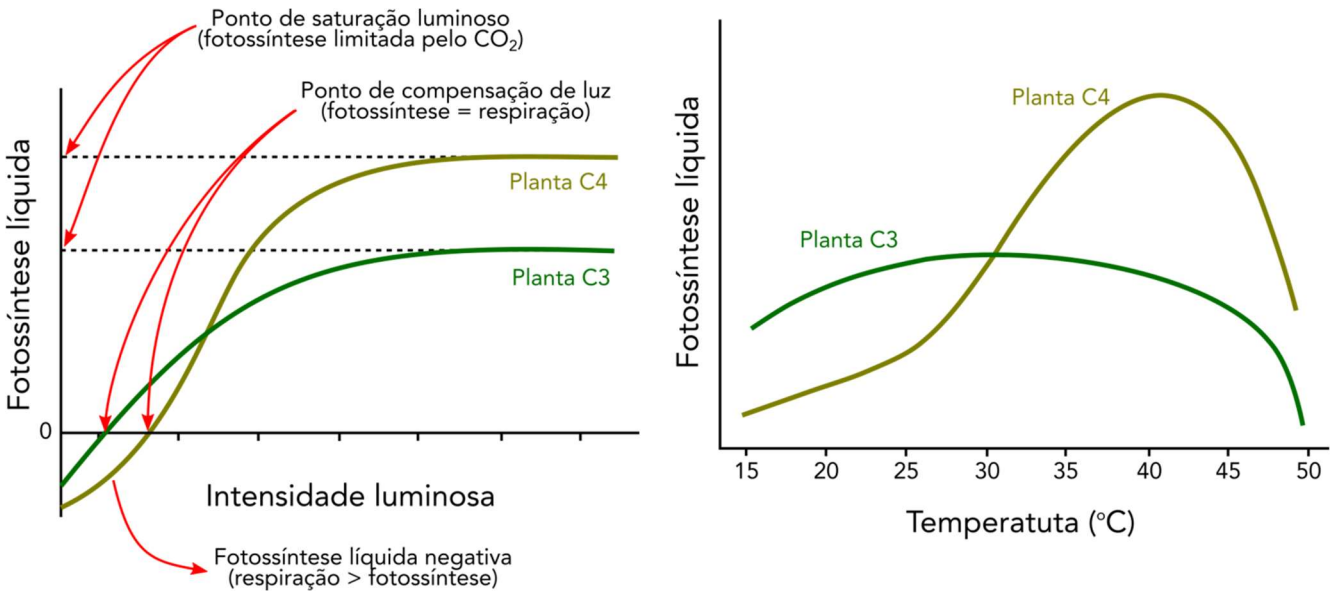
Em condições de **altas temperaturas e baixa disponibilidade de água**, o fechamento estomático pode reduzir o suprimento de CO_2 para os cloroplastos, aumentando a **atividade da rubisco como oxigenase** em detrimento da sua atividade como carboxilase. Quando O_2 liga-se ao sítio ativo da rubisco em vez do CO_2, ocorre formação de apenas um ácido fosfoglicérico (3C) para cada molécula de ribulose bifosfato (5C) que inicia o ciclo. Para evitar que a **perda de C** seja tão grande (50%, ou seja, apenas um ácido fosfoglicérico para cada ribulose), existe o **ciclo C2 ou fotorrespiração**, que **regenera parte do C perdido** e reduz as perdas para apenas 25%, conforme esquematizado na figura a seguir.



Representação esquemática da fotorrespiração ou ciclo C2.

A **fotossíntese é afetada pela intensidade luminosa e pela temperatura** (Figura 18). A fotossíntese líquida (diferença entre o CO_2 fixado pela fotossíntese e o CO_2 liberado pela respiração) é **negativa sob intensidade luminosa muito baixa**, já que a quantidade de radiação é insuficiente para suprir a demanda de energia da respiração. No **ponto de compensação de luz** as **taxas de fixação e liberação de CO_2 se igualam** (fotossíntese líquida igual a zero), sendo que nesse ponto a intensidade luminosa para as plantas C3 é mais baixa que pra as plantas C4. A partir daí a fotossíntese líquida aumenta com o aumento da intensidade luminosa até estabilizar-se (**ponto de saturação luminoso**), quando passa a ser limitada pela concentração de CO_2 na atmosfera. A temperatura afeta a fotossíntese das plantas C3 e C4 de modo bastante distinto. **Em temperaturas mais baixas, o rendimento da fotossíntese das plantas C3 é mais alto que das plantas C4**. A fotossíntese líquida das plantas C3 aumento com o aumento da temperatura até cerca de 30 °C, quando passa a decrescer devido **ao aumento da atividade da rubisco como oxigenase**. Já nas plantas C4, a fotossíntese líquida aumenta de maneira bastante pronunciada a partir de 30 °C, diminuindo de maneira

mais intensa apenas em temperaturas mais elevadas, quando o maquinário enzimático passa a sofrer inibição e danos pelas altas temperaturas.



Efeito da intensidade luminosa e da temperatura na fotossíntese líquida.

A **glicose** produzida na fotossíntese pode ter **três destinos**:

• pode ser **metabolizada** na folha, suprindo a demanda energética das células na **respiração** ou fornecendo **esqueletos de C** para síntese de outros metabólitos;

• pode ser **armazenada** como **amido** nos amiloplastos das células do mesofilo;

• pode ser **transportada** para outros órgãos, na forma de **sacarose** (glicose + frutose).

(CEC - Prefeitura de Piraquara, PR - 2014) Sobre as características de plantas C3 e C4, marque V (verdadeiro) ou F (falso).

( ) A fotossíntese ocorre em todas as partes da folha em plantas C3, as quais absorvem o dióxido de carbono através de seus estômatos.

( ) A variação ótima da temperatura para fixação de CO_2 para plantas C3 é de 30 a 40° C.

( ) As enzimas carboxilativas das plantas C4 são a PEP-Carboxilase e a Rubisco.

( ) A redistribuição de fotoassimilados é rápida em plantas C3 e lenta em plantas C4.

( ) A plantas C4 adaptaram-se a condições de altas temperaturas e luz forte, a fim de reduzir os danos causados por fotorrespiração (um processo que ocorre quando os níveis de dióxido de carbono são baixos e as células queimam o oxigênio, o que retarda o crescimento da planta).

Assinale a alternativa que apresenta, de cima para baixo, a sequência correta:

(A) V – F – V – F – F

(B) V – V – F – F – V

(C) F – F – V – V – F

(D) V – F – V – F – V

(E) V – F – F – V – V

Comentário: a primeira afirmativa está correta, pois a fotossíntese ocorre em todo o mesofilo nas folhas de plantas C3, enquanto nas plantas C4 a produção de glicose ocorre apenas nas células da bainha do feixe vascular.

A segunda afirmativa está errada, pois a partir dessa temperatura a fotossíntese líquida das plantas C3 começa a ser reduzida pelo aumento da atividade oxigenase da rubisco.

A terceira afirmativa está correta, pois as plantas C4 têm duas enzimas carboxilases, a PEPCase (ou PEP-carboxilase), que atua no mesofilo, e a rubisco, que atua nas células da bainha do feixe vascular.

A quarta afirmativa está errada, pois a maior proximidade dos sítios de produção de glicose com os vasos condutores do floema nas plantas C4 permite que a translocação seja mais rápida nessas plantas.

A quinta afirmativa está correta, pois o mecanismo C4 previne a perda de CO_2 pela atividade da rubisco como oxigenase.

Gabarito: alternativa D.

Além do metabolismo C3 e C4, existe também o **metabolismo ácido das crassuláceas** ou **CAM**, que é característico de **plantas adaptadas a locais secos**, como **cactos**, **suculentas**, **orquídeas** e **bromélias**. Esse metabolismo é **semelhante ao C4**, porém a **entrada de CO_2 e a reação de carboxilação pela PEPcase ocorrem apenas durante a noite**, havendo acúmulo de malato no vacúolo. Durante o dia, o malato é descarboxilado e o CO_2 entra no ciclo de Calvin-Benson. Dessa forma, as plantas podem manter os **estômatos fechados durante o dia** e realizar as trocas gasosas à noite.

2.1.2 - Respiração

A respiração **libera a energia armazenada nos compostos orgânicos**. Na respiração aeróbia (em presença de O_2), compostos orgânicos, como carboidratos, são oxidados de maneira controlada com liberação de grandes quantidades de energia, que é **armazenada nas moléculas de ATP** para ser posteriormente usada no metabolismo. A respiração aeróbia pode ser representada pela seguinte reação:

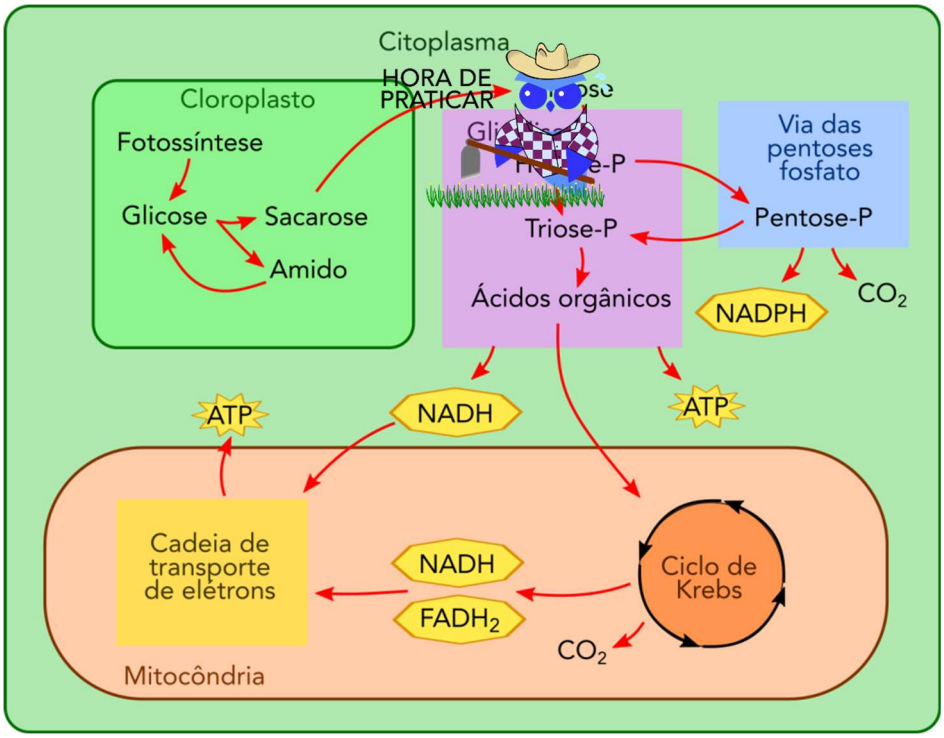
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

A respiração aeróbia inicia-se no citoplasma e é concluída nas mitocôndrias. O processo ocorre em três **etapas**, glicólise, ciclo de Krebs e cadeia de transporte de elétrons:

• **Glicólise:** envolve a **oxidação de açúcares a ácidos orgânicos** (piruvato), preparando o substrato para oxidação completa no ciclo de Krebs, havendo também **liberação de uma pequena quantidade de energia** (4 ATP e 2 NADH). Em **condições anaeróbias**, como em solos encharcados ou severamente compactados, a respiração não se completa e a energia metabólica é disponibilizada **apenas pela glicólise**. Nessas condições, as **rotas fermentativas** consomem o piruvato com produção de etanol ou lactato (as plantas podem realizar fermentação alcoólica ou láctica). A glicose-P que inicia a glicólise também pode ser revertida para a **via das pentoses fosfato**, uma rota metabólica que **produz poder redutor** (NADPH) e **intermediários metabólicos** de outras rotas (como pentoses para produção de nucleotídeos e intermediários da fotossíntese).

• **Ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico:** ocorre nas **mitocôndrias** e corresponde à **oxidação completa do piruvato a CO_2**, com produção de uma pequena quantidade de ATP (1 ATP por molécula de piruvato) e, principalmente, de **poderes redutores** ($FADH_2$ e NADH) que irão para a cadeia de transporte de elétrons. O piruvato é inicialmente descarboxilado a ácido acético e ligado à coenzima A, produzindo **acetil-CoA**, um importante intermediário metabólico da síntese e degradação de **lipídeos**.

• **Cadeia de transporte de elétrons:** ocorre a **oxidação dos poderes redutores NADH e $FADH_2$** tendo o **O_2 como aceptor final dos elétrons**. Os íons H^+ liberados produzem um gradiente de potencial eletroquímico que impulsiona a produção de ATP por enzimas ATPase (ou ATP sintase).



Representação esquemática do metabolismo energético nas células vegetais.

(CEC - Prefeitura de Piraquara, PR - 2014) A biossíntese de ácidos graxos requer poder redutor na forma de NADPH. A via das Pentoses Fosfato ou o caminho do Fosfogluconato produzem NADPH e Ribose 5-Fosfato. Dentre as funções da via das pentoses, marque V (verdadeiro) ou F (falso).

( ) Permite a combustão parcial da glicose em uma série de reações independentes do ciclo de Krebs.

( ) Serve como fonte de pentoses para a síntese dos ácidos nucleicos.

( ) Forma o NADPH extramitocondrial necessário para a síntese dos lipídeos.

( ) Converte hexoses em pentoses.

( ) Degradação oxidativa de pentoses pela conversão a hexoses, que podem entrar para o Ciclo de Calvin.

Assinale a alternativa que apresenta, de cima para baixo, a sequência correta:

(A) V – V – V – F – F

(B) F – F – V – V – F

(C) F – V – V – V – F

(D) V – F – V – F – F

(E) F – F – V – F – V

Comentário: a primeira afirmativa está errada, pois a glicose sofre oxidação e não combustão.

A segunda afirmativa está correta, pois a ribose produzida pela via das pentoses é empregada na síntese de nucleotídeos.

A terceira afirmativa está correta, pois na fase oxidativa inicial da via das pentoses é produzido NADPH, poder redutor que pode ser empregado na síntese de lipídeos e em outros processos metabólicos.

A quarta afirmativa está correta, pois a via das pentoses corresponde à oxidação parcial da glicose, uma hexose, a ribose, uma pentose.

A quinta afirmativa está errada, pois a via das pentoses corresponde à conversão de hexoses (glicose) a pentoses (ribose).

Gabarito: alternativa C.

2.2 - HORMÔNIOS E REGULADORES DE CRESCIMENTO

Hormônios são **mensageiros químicos** que **coordenam diferentes atividades** nos organismos multicelulares, sendo encontrados em **pequenas quantidades** e geralmente agem em **locais distintos daqueles nos quais foram produzidos**. Os principais hormônios vegetais são auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e etileno. Mais recentemente foi demonstrada a atividade de hormônios esteroidais vegetais, chamados de brassinoesteroides.

2.2.1 - Auxinas

As auxinas foram o primeiro dos hormônios vegetais descobertos, tendo sido isolado de regiões apicais em alongamento. A **auxina mais abundante**, presente em todos os vegetais, é o **ácido indolacético (AIA)**, enquanto o ácido indolbutírico (AIB) é outro exemplo. A síntese de auxinas ocorre principalmente nos tecidos com rápida divisão celular e crescimento, como **nos meristemas apicais de caules**.

O transporte de auxina na planta exibe **polaridade**, sendo **transportado principalmente no sentido basípeto**, isto é, sentido descendente a partir da parte aérea, já que o ápice caulinar é a principal fonte desse hormônio. O principal efeito da auxina é promover o **alongamento celular**, mas as seguintes funções desse hormônio podem ser destacadas:

• **Alongamento celular**, a partir do afrouxamento da parede celular, permitindo que a mesma se expanda por ação da pressão de turgor.

• **Crescimento** da planta como **resposta a estímulos** (**tropismo**):

- **Fototropismo:** crescimento da parte aérea em direção à luz (fototropismo positivo).

- **Geotropismo:** crescimento das raízes em direção ao solo (geotropismo positivo) e da parte aérea na direção oposta (geotropismo negativo).

• **Dominância apical**, que significa uma inibição do crescimento das gemas laterais pela auxina produzida na gema apical.

• **Iniciação floral** e **inserção foliar**.

• **Formação de raízes laterais e adventícias**, sendo comumente empregado no tratamento de estacas para favorecer o enraizamento.

• **Desenvolvimento do fruto**, pegamento de frutos e produção de frutos partenocárpicos (sem fecundação).

Além do **enraizamento de estacas** e da **produção de frutos sem sementes**, as auxinas sintéticas também são empregadas como **herbicidas**, como é o caso do **2,4-D**, herbicida para plantas de folha larga.

(Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) Enquanto a semente cresce está acumulando algumas substâncias de reservas, substâncias químicas importantes e reguladores de crescimento ou hormônios. Assinale a alternativa CORRETA que demonstra qual hormônio é responsável pela elongação das células.

(A) Giberelinas.

(B) Auxinas.

(C) Ácido abscísico.

(D) Citocininas.

(E) Etieno.

Comentário: o hormônio vegetal cuja principal função está associada ao alongamento celular é a auxina.

Gabarito: alternativa B.

2.2.2 - Giberelina

A giberelina foi identificada primeiramente em fungos do gênero *Gibberella* infectando plantas de arroz, causando uma doença que provocava crescimento excessivo das plantas. O efeito da giberelina no crescimento é de **estímulo tanto à expansão quanto à divisão celular**. As giberelinas apresentam as seguintes **funções** na fisiologia das plantas:

• **Estimulam o crescimento do caule** em plantas com caules curtos (plantas que crescem em roseta, como alface) e principalmente em gramíneas, estimulando a atividade do meristema intercalar (localizado na base do entrenó).

• Estimulam a **formação de flores femininas** e influenciam a iniciação floral, com efeito pronunciado em gimnospermas.

• Favorecem o **pegamento dos frutos**, especialmente frutos produzidos sem fecundação (partenocárpicos).

• Promovem o **desenvolvimento e a germinação de sementes**, ativando enzimas responsáveis pela degradação do endosperma.

As giberelinas têm diversas **aplicações comerciais**, sendo empregadas no tratamento de **sementes** para estimular a germinação, como no caso da maltagem da cevada (processo de germinação dos grãos para hidrólise do amido do endosperma); e **aumento do tamanho de frutos partenocárpicos**, como no caso de uvas apirênicas (variedades sem sementes, mas que produzem frutos maiores com aplicação de giberelina). Os **inibidores da giberelina** também são aplicados quando se almeja uma **redução do porte** das plantas, por exemplo para reduzir o acamamento do trigo em regiões mais frias e úmidas.

(CCV-UFC - UFC - 2018) Embora as giberelinas não tenham se tornado conhecidas pelos cientistas americanos e britânicos antes de 1950, esse hormônio já havia sido descoberto pelos cientistas japoneses. Os agricultores da Ásia quando utilizavam a giberelina observavam que as plantas de arroz cresciam excepcionalmente, e era suprimida a produção de sementes. No Japão, essa doença era chamada de "planta-boba" ou bakane. Com o passar do tempo, pesquisas foram feitas com este hormônio/regulador

vegetal que passou a apresentar várias aplicações comerciais na agricultura. Assinale abaixo a opção em que todas as informações correspondem a aplicações comerciais da giberelina.

(A) Aumento na produção de açúcar; Amadurecimento de frutos; Maltagem da cevada; Branqueamento do arroz.

(B) Branqueamento dos grãos de arroz; Maltagem da cevada; Produção de frutos; Aumento na produção de açúcar.

(C) Maltagem da cevada; Uso no melhoramento vegetal em coníferas; Produção de frutos; Aumento na produção de açúcar.

(D) Amadurecimento de frutos; Uso no melhoramento vegetal em coníferas; Maltagem da cevada; Branqueamento do arroz.

(E) Branqueamento dos grãos de arroz; Produção de frutos; Uso no melhoramento vegetal em coníferas; Produção e amadurecimento de frutos climatéricos.

Comentário: a alternativa A está errada, pois as giberelinas não são empregadas no branqueamento do arroz (processo físico de polimento) e nem no amadurecimento de frutos (mediado pelo hormônio etileno).

A alternativa B está errada, pois as giberelinas não são empregadas no branqueamento do arroz.

A alternativa C está correta, pois as giberelinas são empregadas na maltagem da cevada por estimularem a atividade das enzimas hidrolíticas presentes nos grãos; seu uso no melhoramento de coníferas está relacionado ao estímulo ao florescimento; estimulam o pegamento e crescimento de fruto partenocárpicos; e aumentam a produção de açúcar da cana.

A alternativa D está errada, pois as giberelinas não são empregadas no amadurecimento de frutos e nem no branqueamento do arroz.

A alternativa E está errada, pois as giberelinas não são empregadas no amadurecimento de frutos e nem no branqueamento do arroz.

Gabarito: alternativa C.

2.2.3 - Citocinina

As citocininas têm como principal função fisiológica o estímulo à **divisão celular**. Mesmo células já diferenciadas podem voltar a se dividir, como no caso de **cicatrização** em lesões. Crescimentos anormais também são provocados por substâncias com atividade de citocininas, como as **galhas** causadas por bactérias e nematoides. A primeira substância com atividade de citocinina foi a molécula sintética de cinetina, enquanto a primeira citocinina identificada foi a zeatina. As principais **funções das citocininas** nos vegetais são:

- Estimulam a **divisão celular** tanto na parte aérea quanto nas raízes.
- Favorecem o **brotamento das gemas laterais** e a ramificação do caule.
- Participam do desenvolvimento dos cloroplastos.
- **Retardam a senescência foliar**, aumentando a duração da atividade fotossintética.

Plantas com **superprodução de citocinina** foram obtidas a partir da infecção com um gene da bactéria causadora da galha-da-coroa (*Agrobacterium*), exibindo várias características que indicam o papel fisiológico do hormônio: meristemas apicais com mais folhas, folhas mais verdes (mais clorofila), brotamento de caules em nervuras foliares mesmo sem lesões, senescência foliar retardada, dominância apical reduzida, plantas atrofiadas e com entrenós curtos, crescimento radicular e enraizamento de estacas reduzido.

As citocininas são empregadas principalmente na **cultura de tecidos**, regulando a formação dos tecidos juntamente com a auxina (citocinina favorece a parte aérea, auxina favorece raízes e teores equilibrados favorecem a proliferação do calo). Um produto comercial que contém citocinina é, por exemplo, o **regulador de crescimento** Stimulate®.

(CCV-UFC - UFC - 2018) Plantas com superprodução de citocinina exibem várias características que indicam seu papel na fisiologia e no desenvolvimento vegetal. Quais das características abaixo são associadas à superprodução de citocininas:

1) Os meristemas apicais das partes aéreas apresentam mais folhas;

2) Plantas atrofiadas com entrenós muito curtos;

3) As folhas possuem baixo nível de clorofila e geralmente são mais amareladas;

4) O enraizamento de estacas caulinares é reduzido, assim como a taxa de crescimento da raiz;

5) A dominância apical é muito elevada.

Assinale a opção correta.

(A) Somente são associadas as características 3 e 5.

(B) Somente são associadas as características 1, 2 e 4.

(C) Somente são associadas as características 1, 2, 4 e 5.

(D) Todas são associadas à superprodução de citocininas.

(E) Nenhuma delas é associada à superprodução de citocinina.

Comentário: a afirmativa 1 está correta, pois os altos níveis de citocinina favorecem o aumento na quantidade de folhas.

A afirmativa 2 está correta, pois a superprodução de citocinina resulta em plantas atrofiadas com entrenós mais curtos.

A afirmativa 3 está errada, pois a citocinina favorece o desenvolvimento dos cloroplastos, resultando em folhas com mais clorofila e mais verdes.

A afirmativa 4 está correta, pois o desenvolvimento do sistema radicular é limitado pelos níveis muito elevados de citocinina.

A afirmativa 5 está errada, pois a citocinina reduz a dominância apical e favorece a brotação lateral.

Gabarito: alternativa B.

2.2.4 - Ácido abscísico

O ácido abscísico, apesar do nome consagrado, não está relacionado à abscisão (queda) das folhas em si, mas sim à sua senescência. As principais **funções do ácido abscísico** nos vegetais são:

• **Inibição da germinação** precoce do embrião, que poderia levar à viviparidade (germinação da semente ainda na planta).

• Participação no **desenvolvimento das sementes**, promovendo acúmulo do endosperma e favorecendo a resistência do embrião à secagem.

• Participa na **dormência do embrião**.

• Promoção da **senescência foliar**.

• Atua na **resposta das plantas ao estresse hídrico**, provocando **fechamento estomático** e maior **crescimento de raízes** em detrimento da parte aérea.

2.2.5 - Etileno

O etileno é o único **hormônio gasoso** dos vegetais, sendo transportado em solução como um precursor metabólico que, ao ser convertido à forma gasosa, difunde-se pelos espaços intercelulares. As principais **funções do etileno** são:

• **Abscisão de folhas**, ativando a produção de enzimas que degradam a celulose um grupo de células do pecíolo.

• **Amadurecimento** de frutos (pico climatérico).

• Aumenta a **senescência** de folhas.

• Ativação de **respostas de defesa**.

O metabolismo do etileno é **largamente explorado comercialmente**. O **Etefon** (Ethrel®) é uma substância que libera etileno ao ser absorvida pelas plantas, sendo empregado para **acelerar o amadurecimento** de frutos, reduzir a cor verde em frutas cítricas, induzir o florescimento no abacaxizeiro e acelerar a abscisão foliar. Em sentido oposto, práticas comumente empregadas visando à sua **inibição**, de forma a **aumentar a longevidade de frutos e flores** de corte, incluem:

• **Atmosfera controlada**, com níveis mais altos de CO_2 para inibição da atividade do etileno e temperatura baixa e níveis baixos de O_2 para inibição da sua síntese.

• Íons de prata (como $AgNO_3$, por exemplo), um inibidor da ação do etileno muito eficiente, empregado em flores de corte.

• Metilciclopropano (EthylBloc®), também empregado em flores de corte.

(UERR - CODESAIMA - 2017) Hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento. Diante disso, assinale a alternativa correta que contém o principal hormônio responsável pelo amadurecimento de frutos.

(A) Citocininas

(B) Auxinas

(C) Giberelinas

(D) Ácido Abscísico

(E) Etileno

Comentário: o hormônio responsável pelo amadurecimento dos frutos é o etileno.

Gabarito: alternativa E.

Aproveite a questão a seguir para fixar bem o conteúdo de fitohormônios:

(CCV-UFC - UFC - 2018) Os hormônios/reguladores vegetais são substâncias, simples ou complexas, que atuam em concentrações baixas para estimular, inibir ou modificar, de algum modo, processos fisiológicos específicos. Associe os hormônios/reguladores vegetais com suas respectivas funções apresentadas a seguir:

1. Giberelina	( ) aumenta a taxa de senescência foliar.
2. Etileno	( ) regula a dominância apical.
3.Citocinina	( ) retarda a senescência foliar.
4. Auxina	( ) inibição da germinação precoce e a viviparidade.
5. Ácido abscísico	( ) influencia a iniciação floral e a determinação do sexo.

Assinale abaixo, a opção que contém a sequência que correlaciona, corretamente, os cinco hormônios/reguladores às suas respectivas funções.

(A) 5, 2, 3, 4, 1

(B) 2, 5, 1, 4, 3

(C) 5, 4, 2, 1, 3

(D) 2, 4, 3, 1, 5

(E) 2, 4, 3, 5, 1

Comentário: o hormônio que aumenta a taxa de senescência foliar é o etileno (2).

O hormônio que regula a dominância apical é a auxina (4).

O hormônio que retarda a senescência foliar é a citocinina (3).

A hormônio que inibe a germinação precoce e viviparidade é o ácido abscísico (5).

O hormônio que influencia na iniciação floral e na determinação do sexo das flores é a giberelina (1).

Gabarito: alternativa E.

2.3 - FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

O **crescimento** vegetal envolve o **aumento no número de células e a sua expansão** em tamanho. Já o **desenvolvimento** engloba, **além do crescimento, a diferenciação dos tecidos** (modificações para a execução de funções especializadas) e a **organogênese** (formação dos diferentes órgãos que compõem as plantas).

2.3.1 - Fases do desenvolvimento vegetal

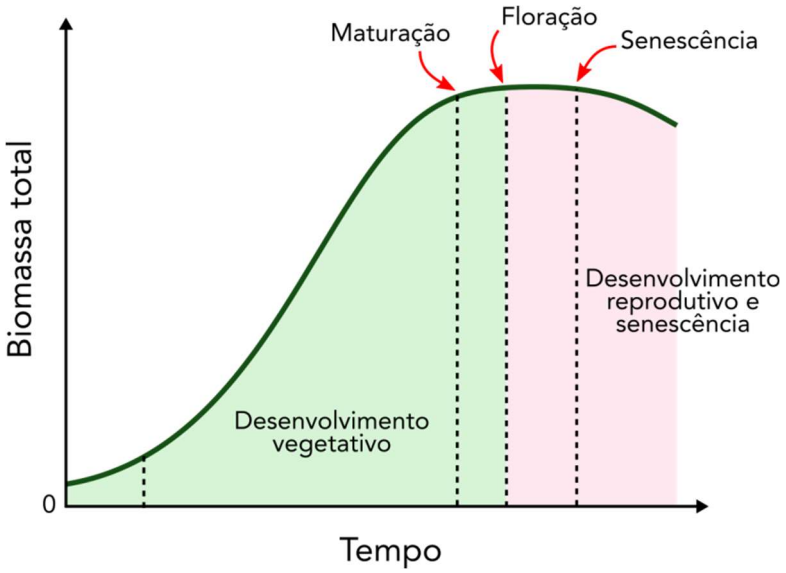
De maneira geral, as fases de desenvolvimento de um vegetal poderiam ser enumeradas como: embriogênese, germinação, desenvolvimento vegetativo (juvenilidade e maturação), desenvolvimento reprodutivo (floração e frutificação), senescência e morte.

O desenvolvimento do embrião (**embriogênese**) vegetal envolve a transformação de uma única célula inicial (zigoto) resultante da união dos gametas masculino (núcleo reprodutivo do grão de pólen) e feminino (óvulo) em uma estrutura multicelular organizada (embrião) **capaz de gerar um novo indivíduo**. No embrião, estão presentes os meristemas caulinar e radicular, definindo assim o **plano corporal básico** em função da **polaridade** estabelecida (meristema caulinar origina parte aérea e meristema radicular origina o sistema radicular).

Durante o **desenvolvimento vegetativo**, a planta **acumula nutrientes e biomassa** para sustentar o desenvolvimento reprodutivo, quando cessa a absorção de nutrientes e os fotoassimilados são prioritariamente destinados aos frutos e sementes. Na fase de **juvenilidade**, a planta tem crescimento ativo, mas ainda não está apta a se reproduzir. Na **fase adulta** ou de **maturação**, a planta adquire **competência para se reproduzir**, estando os meristemas aptos a receberem estímulos para se diferenciarem em órgãos reprodutivos.

Para iniciar o **desenvolvimento reprodutivo** e entrar em **floração**, as plantas devem sofrer **indução floral**, processo que leva à formação dos órgãos florais. A indução floral pode ser **estimulada por fatores** endógenos (internos) ou exógenos (ambientais). O **principal fator interno é o tempo** necessário para que a planta atinja um **porte suficientemente grande** para sustentar o desenvolvimento reprodutivo. Dentre os **fatores externos**, os principais dizem respeito à **luminosidade** (fotoperiodismo) e **temperatura** (vernalização):

• **Fotoperiodismo:** **resposta ao comprimento do dia e da noite**, permitindo às plantas detectar mudanças sazonais (dias mais longos no verão e mais frios no inverno), principalmente nas espécies



Representação esquemática do metabolismo energético nas células vegetais.

originárias de maiores latitudes. As plantas que **não respondem ao fotoperíodo** para florescer são ditas **plantas de dias neutros**. Já as demais dependem da relação entre a duração do dia e o **seu fotoperíodo crítico**. Para as **plantas de dias longos**, o florescimento ocorre quando a **duração do dia é maior que o fotoperíodo crítico** (florescimento na primavera/verão). Já as **plantas de dias curtos** só florescem quando o **comprimento do dia é menor que o fotoperíodo crítico** (florescimento no outono). A duração dos períodos de escuridão também é importante. Quando o período de ausência de luz é artificialmente interrompido, as plantas de dias curtos deixam de florescer, enquanto as plantas de dias longos são estimuladas ao florescimento. O **controle artificial do fotoperíodo** é muito importante na **produção de flores**, tanto para induzir o florescimento quanto para retardá-lo.

• **Vernalização:** promoção do florescimento pelo **frio**. A faixa ótima de temperatura para vernalização é entre 1 e 7 °C.

2.3.2 - Análise do crescimento e desenvolvimento

A análise do crescimento vegetal é comumente expressa na forma da **curva de crescimento** sigmoidal (formato de S), na qual são possíveis identificar **três regiões distintas** (Figura 20), que correspondem a diferentes **fases fenológicas do desenvolvimento**. A **fase inicial** envolve a **emergência** das plântulas e o **estabelecimento** do vegetal, com **pequeno ganho de biomassa** ao longo do tempo. A partir daí, a planta entra em franco **crescimento vegetativo**, com **grande ganho de biomassa** ao longo do tempo. Como resultado do crescimento vegetativo, a planta torna-se capaz de sustentar o desenvolvimento reprodutivo, passando da fase juvenil para a fase madura. Dependendo da espécie, são necessários estímulos externos para desencadear o processo de florescimento, quando o acúmulo de nutrientes e biomassa é máximo. No caso das plantas anuais, com a maturação fisiológica das sementes, a planta entra em senescência e morre.

(Instituto Excelência - Prefeitura de Barra Velha, SC - 2019) As fases fenológicas das plantas estudam as principais mudanças que ocorrem na planta durante o seu desenvolvimento, o que é de extrema importância para o engenheiro agrônomo adquirir conhecimento sobre as culturas. Desta forma, relacione corretamente as fases fenológicas de desenvolvimento da planta.

(I) Fase de Crescimento.

(II) Fase de Clímax.

(III) Fase de senescência.

( ) Nesta fase a planta se encontra em equilíbrio, pois, a taxa de fotossíntese é igual a taxa de respiração mais fotorrespiração. Desta maneira, sua produtividade é igual a zero, não ocorrendo o aumento do peso seco da planta, esta fase se desenvolve geralmente desde a floração plena, até a maturação fisiológica das sementes.

( ) Neste momento do desenvolvimento a planta apresenta a taxa de fotossíntese menor do que a taxa de respiração mais fotorrespiração, sendo sua produtividade menor que zero.

( ) Esta etapa do desenvolvimento da planta se caracteriza quando a taxa fotossintética é maior que taxa respiratória, sendo assim, ocorre a assimilação, determinando o aumento do peso seco da planta. Esta fase geralmente ocorre nas plantas anuais desde a emergência até a floração.

Assinale a alternativa que apresenta a associação CORRETA dos parênteses de cima para baixo.

(A) II – III – I.

(B) II – I – III.

(C) I – II – III.

(D) III – I – II.

Comentário: a fase que vai da floração à maturação fisiológica das sementes é marcada pela intensa mobilização dos fotoassimilados para as sementes e frutos em formação. Nesse estágio, o ganho de biomassa é praticamente nulo, caracterizando a fase de clímax (II).

Na fase de senescência a planta apresenta fotossíntese líquida negativa, com morte de tecidos, perda de folhas e eventualmente a morte da planta (plantas anuais) ou entrada em estado de dormência (III).

A etapa de aumento de biomassa pela fotossíntese líquida positiva caracteriza a fase de crescimento vegetativo (I)

Gabarito: alternativa A.

Alguns **parâmetros quantitativos** são comumente empregados na **análise do crescimento** de plantas, como:

- **Biomassa:** massa total da planta, ou seja, parte aérea + sistema radicular.

- **Fitomassa:** massa total da parte aérea.

• **Índice de área foliar:** relação entre a área das folhas e a área ocupada pela planta.

• **Índice de colheita:** relação entre a massa do produto colhido e a biomassa da planta, ou seja, indica a proporção da biomassa que se constitui em produto de interesse econômico.

• **Taxa de crescimento:** indica o ganho de biomassa ao longo do tempo.

• **Rendimento ou produtividade:** relação entre a quantidade de produto colhido e a área colhida.

(CCV-UFC - UFC - 2018) O rendimento das culturas de grãos pode ser explicado por uma sequência de relações ecofisiológicas interrelacionadas. Dessa forma, as características fisiológicas que completam a sequência do esquema simplificado de geração do rendimento é: Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

(A) (I) Índice de área foliar; (II) Índice de colheita; (III) Biomassa total; (IV) Número de sementes.

(B) (I) Índice de área foliar; (II) Biomassa total; (III) Índice de colheita ; (IV) Radiação interceptada.

(C) (I) Índice de área foliar; (II) Radiação interceptada; (III) Biomassa total; (IV) Índice de colheita.

(D) (I) Índice de área foliar; (II) Radiação interceptada; (III) Índice de colheita; (IV) Biomassa total.

(E) (I) Temperatura foliar; (II) Radiação interceptada; (III) Índice de Área foliar; (IV) Índice de colheita.

Comentário: Considerando os parâmetros de crescimento apresentados, a sequência se iniciaria com o índice de área foliar, que condiciona a quantidade de radiação interceptada pela planta. A fotossíntese líquida resultante se reverte na produção da biomassa total da planta. O índice de colheita representa a fração da biomassa total que de fato é colhida como produto de interesse.

Gabarito: alternativa C.

2.4 - RELAÇÕES HÍDRICAS EM PLANTAS

A água é essencial para todos os organismos vivos e as plantas dependem dela por várias razões. Além da importância metabólica (todas as reações do **metabolismo** ocorrem em meio aquoso), a água também contribui para a **sustentação mecânica** e **expansão c**elular pela pressão que exerce nas paredes celulares (pressão de turgor ou de turgescência). Além disso, é através da água que as plantas **absorvem todos os nutrientes** inorgânicos que necessitam.

(FUNDEP - IFN-MG - 2016) Analise as afirmativas a seguir sobre como a água se apresenta nos tecidos vegetais.

I. Nas paredes celulares, os grupos hidroxílicos das moléculas de celulose são fortemente **hidrofóbicos**, conferindo grande capacidade de absorção de água.

II. No protoplasma, o conteúdo de água pode alcançar 95% do seu volume.

III. No sistema vascular, o xilema contém água mais sais minerais e o floema contém água mais produtos dos fotoassimilados.

IV. No vacúolo, o conteúdo de água é sempre muito baixo.

É correto apenas o que se afirma em:

(A) I e II.

(B) II e III.

(C) III e IV.

(D) I e III.

Comentário: a afirmativa I está errada, pois as paredes celulares são ricas em compostos hidrofílicos, o que faz com que elas tenham grande capacidade de absorção de água.

A afirmativa II está correta, pois o protoplasma ou citoplasma é um meio aquoso no qual estão imersas as organelas citoplasmáticas.

A afirmativa III está correta, pois o xilema transporta a seiva bruta (água e nutrientes inorgânicos) e o floema transporta aa seiva elaborada (água e substâncias orgânicas).

A afirmativa IV está errada, pois o vacúolo é preenchido por solução aquosa, sendo responsável pela turgescência da célula.

Gabarito: alternativa B.

A dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera depende muito mais do **estado energético da água**, isto é, do seu **potencial hídrico ou potencial total (Ψ)**, que dos valores absolutos de umidade. O potencial hídrico é definido pelo somatório de quatro componentes ($\Psi = \Psi_o + \Psi_p + \Psi_g + \Psi_m$):

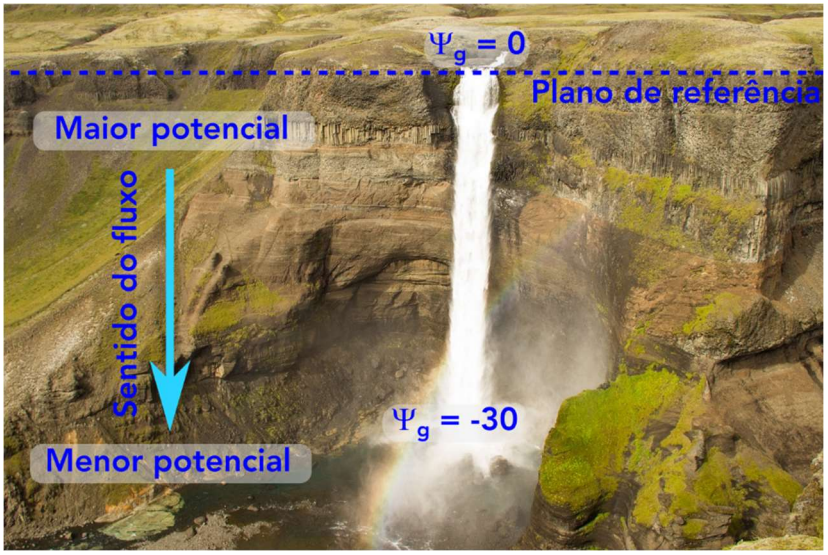
• **Potencial osmótico (Ψ_o):** decorre da existência de **solutos** na água, reduzindo seu potencial hídrico (que se torna negativo), enquanto na água pura seu potencial é máximo, ou seja, $\Psi_o = 0$.

• **Potencial de pressão (Ψ_p):** esse potencial é sempre positivo ($\Psi_p > 0$). No solo, só ocorre sob condições de **inundação**, quando há uma **coluna de água** acima de determinado ponto considerado. Nas células, o potencial de pressão é positivo e caracteriza a pressão de turgor ou turgescência.

• **Potencial gravitacional (Ψ_g):** indica a diferença de potencial em decorrência da **distância vertical** entre o ponto considerado e um plano de referência arbitrário, geralmente na superfície do solo.

• **Potencial mátrico (Ψ_m):** esse potencial é sempre negativo e só existe no solo não saturado (no solo saturado $\Psi_m = 0$). Decorre das **forças de adesão e coesão** que se estabelecem entre as moléculas de água e a matriz do solo.

O **fluxo de água entre dois pontos** depende da existência entre eles de uma diferença no estado de energia da água, isto é, de um **gradiente de potencial hídrico**. **A água sempre se move de uma condição de maior energia potencial para uma condição de menor energia potencial**. Em uma cachoeira, por exemplo, considerando o plano de referência no início da queda d'água, o potencial gravitacional nesse ponto seria igual a zero (convenção), enquanto o potencial gravitacional de um ponto situado 30 m abaixo seria de -30 m. Assim, uma vez estabelecido o gradiente, a água se movimenta do maior potencial ($\Psi_g = 0$) para o menor potencial ($\Psi_g = -30$), ou seja, "morro abaixo".

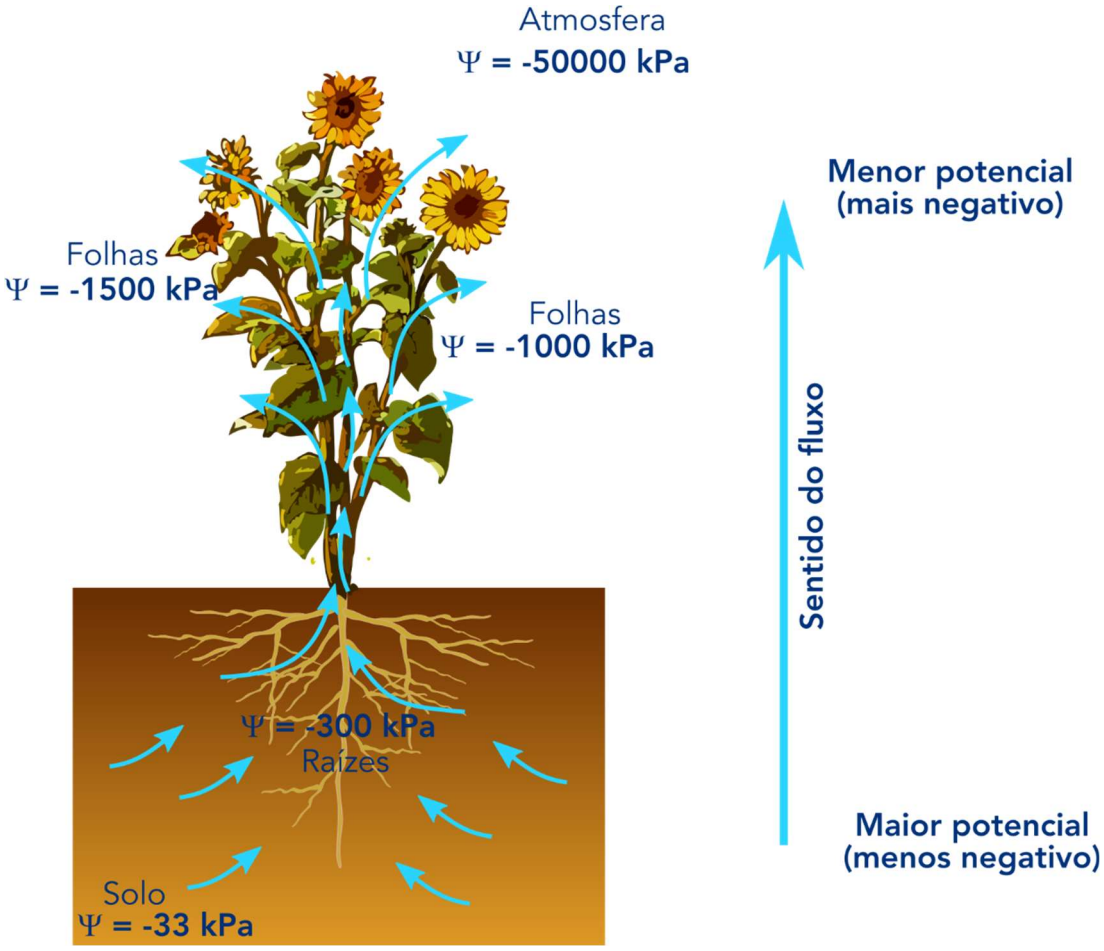


Movimento de água em função do gradiente de potencial gravitacional.

O mesmo princípio se aplica à dinâmica de água no sistema solo-planta-atmosfera. O fluxo de água é decorrente do **gradiente de potencial hídrico que se estabelece entre o solo e a atmosfera**, que formam um sistema contínuo com a planta em decorrência do sistema vascular que conecta os dois.

A **abertura estomática** para que ocorram as trocas gasosas leva também à perda de água devido ao menor potencial hídrico da atmosfera em relação às folhas. A perda de água nas folhas faz com que o potencial hídrico aí seja menor que no xilema, fazendo com que a água flua deste para as folhas. A saída de água do xilema estabelece um gradiente de potencial hídrico entre este e o sistema radicular, levando ao movimento ascendente da água. A perda contínua de água para a atmosfera faz com que o potencial hídrico nas raízes fique mais baixo que o potencial hídrico do solo ao redor. Esse gradiente de potencial leva à **movimentação da água do solo para as raízes**.

As plantas desenvolveram inúmeros mecanismos para lidar com a perda de água (como epiderme revestida por substâncias impermeabilizantes) e a **escassez hídrica**, envolvendo resposta fisiológicas e morfológicas em função da severidade e da duração do estresse hídrico. Inicialmente, os **estômatos são fechados** para evitar a perda de água, o que **reduz a atividade fotossintética**. Em casos de estresse mais duradouro, o **acúmulo de ácido abscísico** estimula a **produção de raízes**, de forma a aumentar a capacidade de absorção de água. Algumas plantas respondem ao déficit hídrico **induzindo o florescimento**, como uma estratégia de perpetuação na iminência de uma condição desfavorável. Essa estratégia é utilizada em lavouras irrigadas para uniformizar o florescimento e frutificação, como na cafeicultura.



Representação esquemática do movimento de água no sistema solo-planta-atmosfera como resultado dos gradientes de potencial hídrico que se estabelecem entre os diferentes compartimentos.

(IF-RS - IF-RS - 2016) As plantas são constituídas basicamente de água, variando seu conteúdo de 70 a 90% da massa verde. Em relação aos efeitos do déficit hídrico, marque a alternativa CORRETA.

(A) O fechamento dos estômatos aumenta a entrada e CO2 e, assim, diminui a taxa fotossintética.

(B) A taxa fotossintética maior, em períodos de estiagem, deve-se à menor taxa de renovação e expansão de folhas.

(C) A taxa respiratória nas folhas aumenta com o déficit hídrico.

(D) Como consequência, em plantas estressadas pela falta de água, ocorre diminuição da concentração de aminoácidos livres, principalmente prolina e aminas.

(E) Os estômatos das plantas tendem a se fechar quando existe deficiência de água, sendo o principal mecanismo da regulagem do balanço hídrico das plantas."

Comentário: a alternativa A está errada, pois o fechamento estomático impede as trocas gasosas, restringindo a entrada de CO_2.

A alternativa B está errada, pois os períodos de estiagem restringem a atividade fotossintética em decorrência do fechamento estomático, enquanto períodos mais longos de escassez hídrica levam à diminuição da produção de parte aérea e ao aumento da produção de raízes.

A alternativa C está errada, pois o déficit hídrico reduz a atividade fotossintética e metabólica das folhas.

A alternativa D está errada, pois a redução da fotossíntese reduz a síntese de proteínas, levando ao acúmulo de aminoácidos e precursores.

A alternativa E está correta, pois o fechamento estomático é uma das primeiras respostas fisiológicas à baixa disponibilidade de água no solo.

Gabarito: alternativa E.

3 - QUESTÕES COMENTADAS

3.1 - MORFOLOGIA E SISTEMÁTICA

1. (NC-UFPR - Prefeitura de Curitiba, PR - 2019) As condições de clima permitiram a evolução das plantas e a sua adaptação aos diversos ambientes. Com relação ao assunto, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

( ) Folhas coriáceas com tamanho reduzido, elementos de vaso eficientes na condução de água e cobertura da semente que protegia o embrião jovem são características adaptativas que fizeram das angiospermas plantas resistente ao frio e à seca.

( ) O hábito decíduo apareceu primeiro em áreas equatoriais, que passavam por seis meses de período chuvoso e seis meses de seca, espalhando-se para os trópicos.

( ) A evolução das angiospermas para herbáceas, e posteriormente para anuais, permitiu sua sobrevivência em condições mais extremas do que aquelas possíveis para seus ancestrais lenhosos.

( ) Uma inovação importante das angiospermas foi a evolução do hábito decíduo.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

(A) V – V – F – F.

(B) F – V – F – V.

(C) F – V – V – F.

(D) V – F – V – F.

(E) V – F – V – V

Comentário: a primeira afirmativa está correta, folhas mais grossas e duras, sistema vascular mais eficiente e maior proteção da semente permitiram às angiospermas a colonização de ambientes menos favoráveis.

A segunda afirmativa está errada, pois o hábito decíduo (perda das folhas no inverno) surgiu nas regiões de maiores latitudes, em que as estações são mais bem marcadas ao longo do ano.

A terceira afirmativa está correta, pois o ciclo curto e a produção de sementes permitem a perpetuação das espécies herbáceas anuais em condições desfavoráveis.

A quarta afirmativa está correta, pois o hábito decíduo permitiu às angiospermas a sobrevivência em regiões mais secas e frias.

Gabarito: alternativa E.

---

2. (Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) Assinale a alternativa CORRETA. Qual caule subterrâneo, que quando as folhas mais externas envolvem completamente as mais internas, tendo como exemplo a cebola.

a) Borbulhia.

b) Tubérculos.

c). Bulbo Tunicados.

d) Bulbos escamosos.

e) Rizomas."

Comentário: a alternativa A está errada, pois borbulhia é uma técnica de propagação vegetativa.

A alternativa B está errada, pois tubérculos são caules subterrâneos para armazenamento.

A alternativa C está correta, pois os bulbos tunicados são formados por folhas modificadas que se encontram perfeitamente encaixadas umas às outras.

A alternativa D está errada, pois nos bulbos escamosos as folhas não se encaixam completamente, sendo dispostas de forma semelhante às escamas de um peixe.

A alternativa E está errada, pois rizomas são caules subterrâneos que crescem horizontalmente.

Gabarito: alternativa C.

---

3. (Instituto Excelência - Prefeitura de Canoinhas, SC - 2019) Quais destas estruturas fazem parte do órgão reprodutor feminino de uma flor. Assinale a alternativa CORRETA.

I - Gineceu.

II - Filete.

III - Estigma.

IV - Antera.

V -Estilete.

VI - Androceu.

VII - Ovário.

VIII - Receptáculo.

IX- Estames.

X - Filete.

XI - Conectivo.

Assinale a alternativa CORRETA em que constam as estruturas que fazem parte do órgão reprodutor feminino da flor.

(A) Somente as alternativas I, III, V, VII, VIII.

(B) Somente as alternativas II, IV, VI, IX, X, XI.

(C) Somente as alternativas I e III.

(D) Somente as alternativas II, III, VI, VII, VIII, XI.

(E) Somente as alternativas I, II, IV, IX, X, XI.

Comentário: a porção feminina da flor, chamada gineceu, é composta por carpelos ou pistilos. Cada carpelo é composto pelo ovário em sua base, o estigma na extremidade e o estilete entre ambos. O gineceu encontra-se aderido pela base ao receptáculo floral.

Gabarito: alternativa A.

---

4. (FUNRIO - IF-PA - 2016) A flor típica de angiospérmica é composta por quatro tipos de folhas modificadas, tanto estrutural como fisiologicamente, para produzir e proteger os gametas. Elas são denominadas:

(A) sépalas, pétalas, estames e carpelos.

(B) funículo, integumentos, nucela e saco embrionário.

(C) sépalas, pétalas, nucela e saco embrionário.

(D) funículo, integumentos perisperma e nucela.

(E) funículo, pétalas, estames e carpelos."

Comentário: as flores de angiospermas são formadas pelos verticilos protetores (sépalas e pétalas) e pelos verticilos reprodutores (carpelos e estames).

Gabarito: alternativa A.

---

5. (NUCEPE - PC-PI - 2018 MODIFICADA) A agrostologia deriva de um ramo da botânica e pode ser definida, em termos gerais, como uma ciência que estuda as plantas forrageiras para alimentação de animais herbívoros, contemplando uso do solo para plantio, adaptabilidade e teores nutritivos. Sobre as características das plantas forrageiras, considere a alternativa CORRETA.

(A) São forrageiras pertencentes à família Poaceae o milho e o estilosantes.

(B) A grande maioria das forrageiras está incluída em duas famílias botânicas que são: Poaceae e Fabaceae.

(C) Plantas com hábito de crescimento estolonífero apresentam caule e gemas subterrâneas.

(D) Fabáceas pertencem as Angiospermas enquanto as Poáceas as Gimnospermas.

Comentário: a alternativa A está errada, pois o estilosantes é uma leguminosa.

A alternativa B está correta, pois a maioria das plantas forrageiras são gramíneas ou leguminosas.

A alternativa C está errada, pois os estolões são estruturas de propagação que podem ser tanto subterrâneos quanto aéreos.

A alternativa D está errada, pois tanto Fabaceae quanto Poaceae pertencem às angiospermas.

Gabarito: alternativa B.

---

6. (VUNESP - Prefeitura de Buritizal, SP - 2018) Plantas vasculares com clorofila, mas que vivem ligados a outras plantas autotróficas vivas, de onde extraem a seiva, são conhecidas como

(A) epífitas.

(B) briófitas.

(C) hemiparasitas vasculares.

(D) saprófitas vasculares.

(E) carnívoras.

Comentário: a alternativa A está errada, pois plantas epífitas são aquelas que utilizam outras plantas apenas como suporte.

A alternativa B está errada, pois briófitas são plantas avasculares.

A alternativa C está correta, pois as plantas parasitas extraem a seiva de outras plantas, podendo ser hemiparasitas (são fotossintetizantes e extraem seiva bruta) ou holoparasitas (extraem seiva elaborada).

A alternativa D está errada, pois as plantas não são organismos saprófitas.

A alternativa E está errada, pois as plantas carnívoras capturam e digerem insetos para suprimento de nutrientes, principalmente N.

Gabarito: alternativa C.

---

7. (VUNESP - Prefeitura de Buritizal, SP - 2018) Quanto ao aspecto reprodutivo de gimnospermas e angiospermas, é correto afirmar:

(A) ovários fechados na polinização correspondem às gimnospermas.

(B) plantas gimnospermas são divididas em: eudicotiledôneas (embrião com dois cotilédones) e monocotiledôneas (embrião com um cotilédone).

(C) ovários fechados na polinização correspondem às angiospermas.

(D) as células reprodutoras necessitam de água para poder unirem-se.

(E) eudicotiledôneas são plantas angiospérmicas de ovários com dois cotilédones.

Comentário: a alternativa A está errada, pois nas gimnospermas os óvulos ocorrem nos estróbilos (por exemplo, as pinhas), estruturas abertas para entrada do tubo polínico.

A alternativa B está errada, pois são as angiospermas que são divididas em eudicotiledôneas e monocotiledôneas.

A alternativa C está correta, pois nas angiospermas os óvulos ocorrem nos ovários, que formam a porção basal dos carpelos, juntamente com o estigma e o estilete.

A alternativa D está errada, pois apenas as gimnospermas necessitam de água para o encontro dos gametas.

A alternativa E está errada, pois são as sementes que possuem dois cotilédones, não os ovários.

Gabarito: alternativa C.

3.2 - FISIOLOGIA VEGETAL

8. (NC-UFPR - Itaipu-Binacional - 2019) O que as plantas cultivadas festuca (*Festuca* spp.), aveia (*Avena sativa*) e arroz (*Oryza sativa*) têm em comum em termos de fisiologia?

(A) Fotoperiodismo de dias curtos.

(B) Fotoperiodismo de dias longos.

(C) Resposta neutra ao fotoperíodo.

(D) Metabolismo fotossintético C3.

(E) Metabolismo fotossintético C4.

Comentário: apesar de serem todas espécies de gramíneas, essas plantas apresentam metabolismo C3.

Gabarito: alternativa D.

---

9. (IF-TO - IF-TO - 2018) Sobre os aspectos fisiológicos das plantas, analise as afirmações seguintes e escreva V ou F conforme elas sejam verdadeiras ou falsas.

O mecanismo fotossintético pode ser dividido em três processos: o difusivo de CO_2 entre o ar atmosférico e os cloroplastídeos; o fotoquímico e o bioquímico (rota C3, C4 e MAC).

O abacaxi possui a rota C4 e a MAC e fecham seus estômatos durante o dia para evitar a perda d'água por transpiração.

Algumas espécies tropicais, como a cana-deaçúcar, milho, sorgo e capim-elefante, possuem os Ciclo C4 ou Hatch e Slack.

Além da fotossíntese, os principais efeitos da luz sobre os vegetais são: florescimento, tuberização, pigmentação e dormência.

Assinale a alternativa que reproduz, na ordem, as letras correspondentes às quatro afirmações.

A) F, F, V, V

B) V, F, V, V

C) F, F, F, V

D) V, V, V, F

E) V, F, F, V

Comentário: a primeira afirmativa foi considerada correta, apesar de ser pouco usual tratar a difusão de CO_2 como uma das fases do processo fotossintético. Geralmente a fotossíntese é caracterizada pela fase fotoquímica e bioquímica, mas de fato é necessário ocorrer a prévia difusão de CO_2 dos estômatos para os cloroplastos para que o processo possa ocorrer.

A segunda afirmativa está errada, pois o abacaxi (família Bromeliaceae) realiza metabolismo CAM ou MAC.

A terceira afirmativa está correta, pois gramíneas tropicais como a cana, o milho, o sorgo e capim-elefante comumente possuem metabolismo C4.

A quarta afirmativa está correta, pois a luz tem papel na indução do florescimento (plantas de dias longos e curtos), na tuberização (como na batata), na pigmentação (síntese de clorofila e de pigmentos secundários) e na dormência (repouso vegetativo).

Gabarito: alternativa B.

---

10. (MS Concursos - CREA-MG - 2014) O vacúolo é uma estrutura característica da célula vegetal representando, muitas vezes, cerca de 90% do espaço intracelular. É delimitado por uma membrana simples denominada tonoplasto, contendo em seu interior água e diversas substâncias. Não corresponde a uma dessas substâncias:

(A) Substância orgânica e Inorgânica.

(B) Suco vacuolar.

(C) Açúcares, ácidos orgânicos, proteínas, sais e pigmentos.

(D) pH ácido.

Comentário: a alternativa A está correta, pois o vacúolo contém substâncias orgânicas (açúcares, aminoácidos, hormônios) e inorgânicas (água, nutrientes, como K^+).

A alternativa B está correta, pois o conteúdo do vacúolo de chamado de suco vacuolar.

A alternativa C está correta, pois açúcares, ácidos orgânicos, proteínas, sais e pigmentos (principalmente antocianinas) são exemplos de substâncias que ocorrem nos vacúolos.

A alternativa D está errada, pois o pH ácido não é uma substância. O pH é uma escala de medição de acidez, que corresponde ao -(log) da concentração de H^+. Essa alternativa é realmente confusa, pois de fato o vacúolo tem pH mais ácido que o citoplasma (5,5 no vacúolo e 7,0 no citoplasma).

Gabarito: alternativa D.

---

11. (IF-RS - IF-RS - 2016) Assinale a alternativa que apresenta a palavra que preenche CORRETAMENTE a lacuna. O climatério pode ser definido como um período da ontogenia de certos frutos, durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica de _____, marcando a transição entre o desenvolvimento e a senescência, envolvendo aumento na respiração e condução ao amadurecimento.

(A) ácido abscísico

(B) oxigênio

(C) auxina

(D) etileno

(E) respiração

Comentário: o hormônio envolvido no amadurecimento de frutos é o etileno, que desencadeia as reações de amadurecimento nos frutos climatéricos.

Gabarito: alternativa D.

---

12. (IBFC - IDAM - 2019) As plantas respondem diretamente aos estímulos ambientais, sendo que as espécies naturais são adaptadas às regiões climáticas de onde se originaram. Grande parte das espécies alimentícias cultivadas no Brasil hoje foi introduzida, a adaptação é mérito do melhoramento genético vegetal. Em relação aos fatores ecofisiológicos nos sistemas vegetais, analise as afirmativas abaixo:

I. Além da genética, o homem pode manipular também os ambientes, utilizando técnicas de cultivo protegido, controlando a temperatura, irrigação, umidade, ventos, condições de luminosidade, entre outros.

II. O conjunto de características expressadas pelas plantas cultivadas é resultado das interações entre a constituição genética da planta (genótipo) e do ambiente em que ela vive.

III. Os principais fatores abióticos que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas são a água, minerais na solução do solo, temperatura e a luz. Nos vegetais ocorrem mudanças fisiológicas e bioquímicas primárias e secundárias em resposta aos fatores ambientais, sendo que o clima e o solo influenciam diretamente o desempenho vegetal.

Assinale a alternativa correta.

(A) I apenas

(B) II apenas

(C) I, II e III

(D) III apenas

Comentário: a afirmativa I está correta, pois existem diversas tecnologias disponíveis que permitem o controle das condições ambientais às quais as plantas estão submetidas, principalmente no cultivo protegido.

A afirmativa II está correta, pois as características que as plantas expressam são resultado da interação entre o seu genótipo e o ambiente.

A afirmativa III está correta. As mudanças fisiológicas e bioquímicas primárias e secundárias não faz muito sentido, mas não há nada que indique que essa afirmativa está errada, pois de fato as condições de solo e clima afetam grandemente o desenvolvimento das plantas.

Gabarito: alternativa C.

---

13. (CCV-UFC - UFC - 2018) Com base nos conhecimentos sobre fisiologia das plantas cultivadas, julgue as sentenças (1) e (2) abaixo:

(1) Numa situação em que uma folha de uma planta de arroz, anteriormente mantida no escuro por um longo tempo, for iluminada (exposta a iluminação ou radiação), a luz percebida pelas células-guardas desencadeará uma série de respostas, resultando na abertura do poro estomático e tornando possíveis a entrada do CO2 do ambiente e a realização da fotossíntese.

PORQUE:

(2) Quando o nível de CO2 no interior da folha for alto, os estômatos se fecham parcialmente, preservando assim o nível de água na folha que vai realizar a fotossíntese.

Analisando-se as afirmações acima, conclui-se que:

(A) As duas afirmações são falsas.

(B) A primeira afirmação é verdadeira, e a segunda é falsa.

(C) A primeira afirmação é falsa, e a segunda é verdadeira.

(D) As duas afirmações são verdadeiras, e a segunda justifica a primeira.

(E) As duas afirmações são verdadeiras, e a segunda não justifica a primeira.

Comentário: a afirmativa 1 está correta, pois a abertura estomática é um processo fisiológico desencadeado pela presença de luz.

A segunda afirmativa está correta, pois o nível de CO2 também condiciona a abertura e fechamento dos estômatos, porém esse fato não justifica a abertura estomática induzida pela luz na afirmativa 1.

Gabarito: alternativa E.

---

14. (Instituto Excelência - Prefeitura de Barra Velha, SC - 2019) Na fase bioquímica da fotossíntese, ou seja, onde se ocorre um conjunto de reações independente da presença de luz, as plantas c3, utilizam uma enzima para assimilar o CO_2 (dióxido de carbono). Assinale a alternativa CORRETA que condiz com o nome desta enzima.

(A) ATP.

(B) Rubisco.

(C) NADPH.

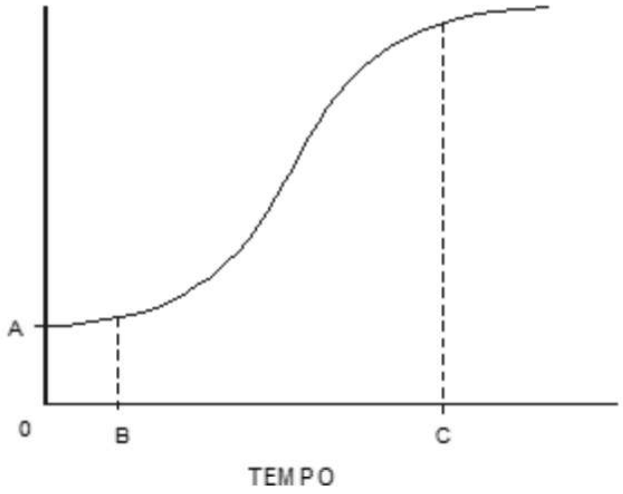
(D) Piruvato.

Comentário: a assimilação do CO2 pelas plantas de metabolismo C3 ocorre pela ação da enzima ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase, conhecida como rubisco.

Gabarito: alternativa B.

---

15. (Instituto Excelência - Prefeitura de Barra Velha, SC - 2019) As plantas se desenvolvem através de fases fenológicas do desenvolvimento as quais demonstram as principais mudanças morfológicas que ocorrem durante seu crescimento. Entre essas fases, assinale a alternativa CORRETA que demonstra qual fase, refere-se quando a planta já formou as folhas e o aparelho fotossintético, está sendo capaz de suprir as suas necessidades.



(A) Fase Juvenil.

(B) Fase de plântula.

(C) Fase embrionária.

(D) Fase de senescência.

Comentário: a alternativa A está correta, pois a planta na fase juvenil já possui folhas e capacidade fotossintética, porém ainda não está apta a iniciar a floração.

A alternativa B está errada, pois na fase de plântula o vegetal ainda é dependente das reservas da semente.

A alternativa C está errada, pois na fase embrionária a planta ainda não iniciou o crescimento e desenvolvimento, permanecendo nesse estado até a superação da dormência ou quiescência da semente.

A alternativa D está errada, pois a fase de senescência é marcada pela morte celular programada e redução da atividade metabólica da planta, com queda de folhas e morte do vegetal, no caso de plantas anuais.

Gabarito: alternativa A.

---

16. (CEC - Prefeitura de Piraquara, PR - 2014) Assim como qualquer organismo vivo, a planta forrageira apresenta comportamento sigmoide em termos de crescimento ao longo do tempo, como pode ser observado na figura a seguir:

Assinale a alternativa que contém uma afirmativa INCORRETA em relação ao gráfico acima.

(A) A fase OB caracteriza-se pelo ritmo lento de crescimento, pois a planta perdeu grande parte de seu aparato fotossintético e, portanto, necessitará da mobilização de suas reservas para o novo crescimento, processo esse mais ou menos demorado, em função da intensidade da desfolhação.

(B) Na fase OB, se o corte ou pastejo ocorrer de forma mais intensa, rapidamente a planta irá recuperar-se, mesmo com o processo fotossintético interrompido, observando-se rápida formação de folhas novas.

(C) A fotossíntese compensatória colabora na intensificação do ritmo da rebrota, presente em plantas desfolhadas, cujas taxas fotossintéticas são geralmente superiores àquelas das plantas intactas.

(D) Na fase BC, ou fase linear de crescimento, a planta forrogeira apresenta ritmo acelerado, pois as primeiras folhas já se expandiram e, portanto, a planta encontra-se em balanço positivo de carbono, o que irá traduzir-se em acúmulo de matéria seca.

(E) A partir do ponto C – o ritmo de crescimento reduz-se, principalmente devido ao sombreamento sofrido pelas folhas mais velhas, inferiores no estrato vegetal e que, portanto, passarão a depender dos fotossintetizados adquiridos pelas folhas mais jovens. As folhas sombreadas apresentam senescência acelerada, contribuindo menos para a produção de matéria seca total.

Comentário: a alternativa A está correta, pois no início da curva de crescimento vegetal a taxa de crescimento é baixa pela pequena área foliar apta à realização de fotossíntese.

A alternativa B está errada, pois nessa fase a planta tem pouco área foliar apta à realização de fotossíntese, então qualquer desfolha adicional irá comprometer enormemente sua capacidade de recuperação, já que demandará grande mobilização de reservas para a emissão de novas folhas.

A alternativa C está correta, pois o mecanismo compensatório que se observa em algumas gramíneas acarreta aumento da atividade fotossintética das folhas remanescentes após a desbrota.

A alternativa D está correta, pois na fase linear ou exponencial da curva de crescimento o balanço positivo de C condiciona o aumento da biomassa da planta.

A alternativa E está correta, pois o aumento da área foliar leva ao sombreamento das folhas mais baixas, que entram em senescência quando sua fotossíntese líquida se torna negativa (passa a ser drenos em vez de fontes).

Gabarito: alternativa B.

---

17. (NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) As lavouras de alta produtividade são dependentes da aplicação de fertilizantes de solo e foliares, defensivos agrícolas e reguladores do crescimento vegetal, entre outros. Sobre os reguladores de crescimento vegetal, comumente aplicados nas culturas de algodão, cana-de-açúcar, feijão, girassol e trigo, é correto afirmar:

(A) A aplicação de inibidores da biossíntese de ácido giberélico promove o crescimento da altura das plantas de algodão.

(B) A aplicação de glifosato e ethephon retarda a maturação fisiológica da cultura de cana-de-açúcar.

(C) A aplicação de ácido indolalcanoico, ácido giberélico e cinetina promove o desenvolvimento do sistema radicular na cultura do feijão.

(D) A aplicação de inibidores da biossíntese de ácido giberélico leva ao acamamento na cultura do girassol.

(E) A aplicação de inibidores da biossíntese de ácido giberélico aumenta a distância entrenós das hastes das plantas de trigo.

Comentário: a alternativa A está errada, pois os inibidores da giberelina reduzem a altura das plantas.

A alternativa B está errada, pois o glifosato e o Ethephon (precursor do etileno) antecipam a maturação da cana-de-açúcar.

A alternativa C está correta, pois a aplicação de produtos como o Stimulate® (regulador de crescimento que contém auxina, giberelina e citocinina) pode favorecer o desenvolvimento do sistema radicular e o aumento de produtividade.

A alternativa D está errada, pois a aplicação de inibidores da giberelina reduz a incidência de acamamento.

A alternativa E está errada, pois os inibidores da giberelina reduzem o comprimento dos entrenós nas gramíneas, como o trigo.

Gabarito: alternativa C.

---

18. (IF-MT - IF-MT - 2018) O uso de reguladores de crescimento tenta ajustar o balanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo das espécies que necessitam dessa estratégia como é o caso do algodoeiro. Entre as principais vantagens do uso do regulador no algodoeiro estão redução da altura das plantas, do comprimento dos ramos reprodutivos e vegetativos, maior retenção de frutos, uniformidade de abertura, entre outras. Os reguladores de crescimento como cloreto de mepiquat atuam na inibição do hormônio vegetal responsável pelo crescimento e elongação celular que reflete em maior comprimento dos internódios. Assinale qual hormônio vegetal inibido com o uso desse regulador:

(A) Etileno.

(B) Giberelina.

(C) Citocinina.

(D) Auxina.

(E) Jasmonato.

Comentário: o cloreto de mepiquate (Mepiquat®) é um inibidor da síntese de giberelina. A inibição da síntese de giberelina leva à redução do tamanho das plantas, reduzindo a ocorrência de acamamento, por exemplo. Essa questão poderia suscitar dúvida porque a auxina também atua no alongamento celular.

Gabarito: alternativa B.

Parabéns, colega Estrategista!

Chegamos ao fim da nossa aula. Espero que você tenha gostado do material e conseguido absorver todo o conteúdo. Não se esqueça de nos contatar em caso de dúvida, pode ser pelo fórum ou por:

profdiegotassinari@gmail.com

@profdiegotassinari

Comemore essa vitória e **siga adiante**!

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1.

Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2.

Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3.

Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4.

Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5.

Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6.

Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7.

Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8.

O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.