

Hormônios e Movimentos Vegetais

HORMÔNIOS VEGETAIS

Os hormônios vegetais ou fitormônios são substâncias orgânicas que atuam no metabolismo vegetal, ajudando a controlar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Essas substâncias, também conhecidas por reguladores do crescimento e desenvolvimento vegetal, podem tanto estimular como inibir esses fenômenos, dependendo da concentração em que se encontram nos órgãos das plantas.

Entre os hormônios vegetais, destacam-se as auxinas, as giberelinas, as citocininas, o ácido abscísico e o etileno.

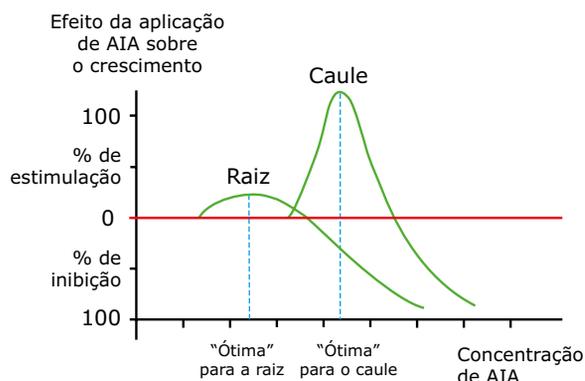
Auxinas

Auxinas (do grego *auxanein*, distender, aumentar) foram os primeiros hormônios vegetais a serem identificados. Têm como principal efeito o crescimento de raízes e de caules, que ocorre por meio do alongamento das células recém-originadas dos meristemas, uma vez que facilitam a distensão das paredes celulósicas das células vegetais. Esse efeito, no entanto, depende da concentração do hormônio; em concentrações muito altas, as auxinas passam a inibir o alongamento celular e, portanto, o crescimento do órgão.

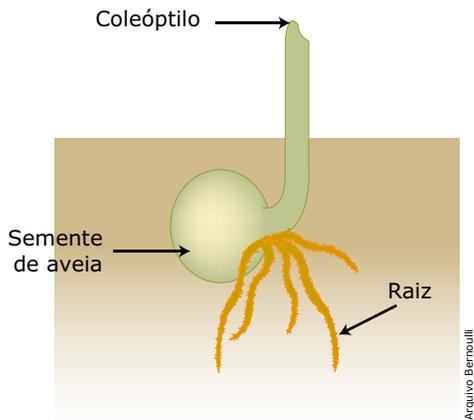
Entre as auxinas, destacam-se o AIA (ácido indol-3-acético), o 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) e o ANA (ácido α -naftalenoacético).

- **AIA (ácido indol-3-acético)** – É a principal auxina, sendo encontrado nas regiões meristemáticas apicais do caule e da raiz, nos embriões e nas folhas jovens. É produzido a partir do aminoácido triptofano.

A sensibilidade das células à ação do AIA não é a mesma nos diferentes órgãos de uma planta. As raízes são, geralmente, muito mais sensíveis à ação da auxina do que os caules. Por isso, uma concentração de AIA suficiente para induzir o crescimento do caule tem forte ação inibidora sobre o crescimento da raiz. Por outro lado, concentrações de AIA necessárias para induzir o crescimento da raiz podem ser insuficientes para estimular o crescimento do caule. Veja o gráfico a seguir:

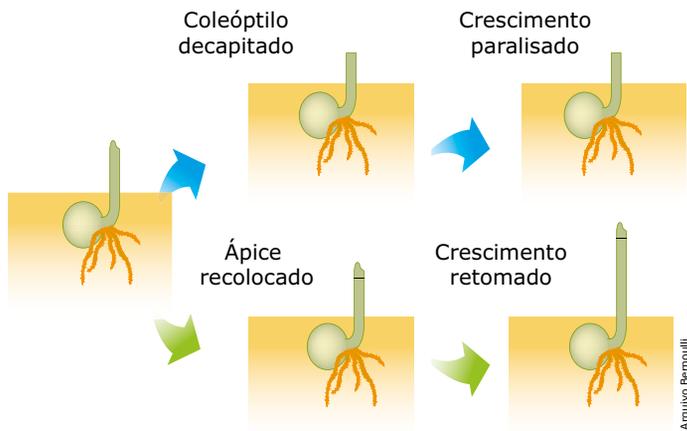


Várias experiências realizadas com coleótilos de plântulas de aveia e outras espécies de gramíneas comprovam a influência das auxinas, em particular do AIA, no crescimento das plantas. O coleótilo (ou coleóptilo), e em forma de bainha enrolada, é a primeira folha que se forma na ponta das plântulas de gramíneas (aveia, trigo, arroz, alpiste, etc.). Sua função é proteger a gêmula das gramíneas quando elas emergem do solo durante a germinação da semente.



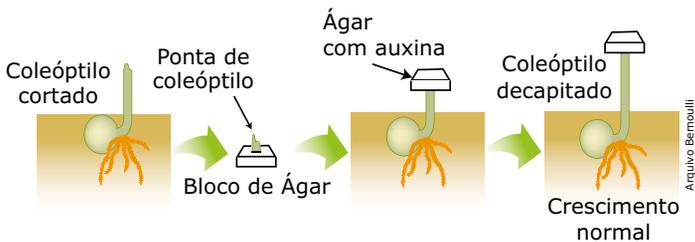
Arquivo Bernoulli

Semente de aveia no início da germinação.



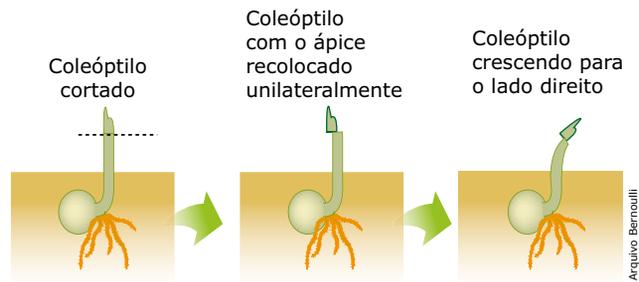
Arquivo Bernoulli

Experimento 1 – Coleóptilos com o ápice removido param de crescer; no entanto, se o ápice removido for colocado num coleóptilo decapitado, o crescimento será retomado. Logo, o ápice é fundamental para o crescimento da planta.



Arquivo Bernoulli

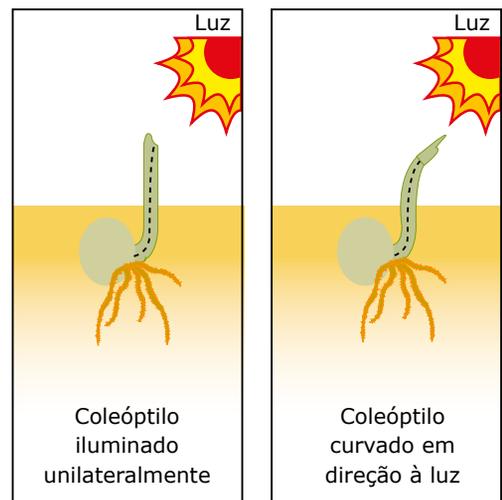
Experimento 2 – Retira-se o ápice de um coleóptilo, colocando-o sobre um bloco de ágar durante certo tempo; em seguida, coloca-se esse bloco de ágar sobre um coleóptilo decapitado: observa-se que o crescimento do coleóptilo é retomado. Se colocarmos sobre um coleóptilo decapitado um bloco de ágar que não tenha sido submetido ao procedimento descrito anteriormente, o coleóptilo não crescerá. Logo, alguma substância estimuladora do crescimento e produzida pelo ápice difundiu-se para o ágar e, daí, para o coleóptilo decapitado, estimulando o seu crescimento. Tal substância foi identificada mais tarde como uma auxina, isto é, o AIA.



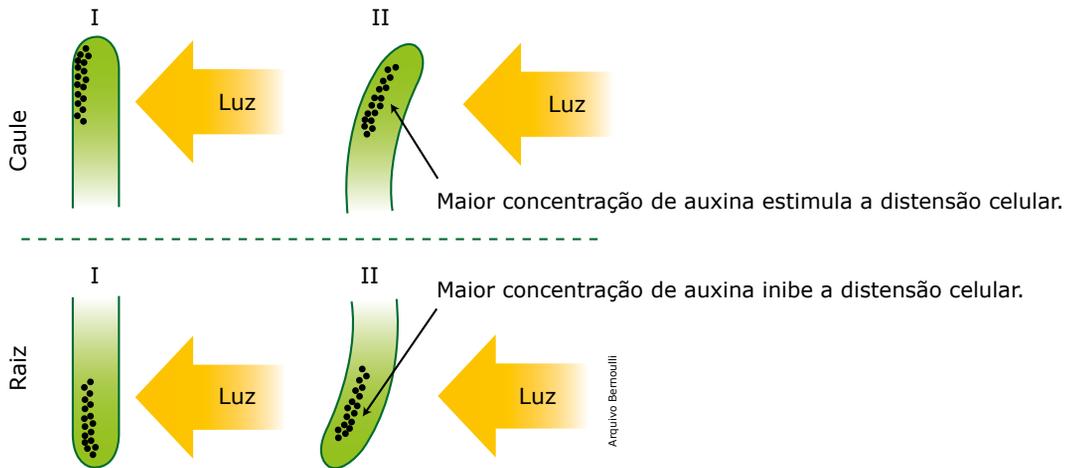
Arquivo Bernoulli

Experimento 3 – Retirando-se o ápice de um coleóptilo e, em seguida, recolocando-se esse ápice sobre o coleóptilo decapitado de uma forma unilateral, ocorre curvatura para o lado oposto àquele em que o ápice foi depositado. Logo, apenas o lado do coleóptilo sobre o qual é recolocado o ápice passa a receber a substância indutora do crescimento (auxina) e, conseqüentemente, esse lado cresce mais do que o outro, o que provoca a curvatura do coleóptilo para o lado oposto àquele em que o ápice foi colocado.

As auxinas sofrem influência da luz. Por um processo ainda não totalmente esclarecido, a luz determina uma redistribuição desigual de auxina, fazendo com que essa substância passe para o lado menos exposto à luz, o que promove um maior crescimento desse lado. O maior crescimento do lado menos exposto à ação da luz faz com que o órgão vegetal se curve em direção à fonte de luz, isto é, manifeste um fototropismo positivo. Assim, quando uma planta é iluminada unidirecionalmente, a auxina migra para o lado menos exposto à luz antes de descer pelo caule. Com isso, as células do lado menos iluminado se alongam mais do que as do lado mais iluminado, e a planta se dobra em direção à fonte de luz. Veja a ilustração a seguir:

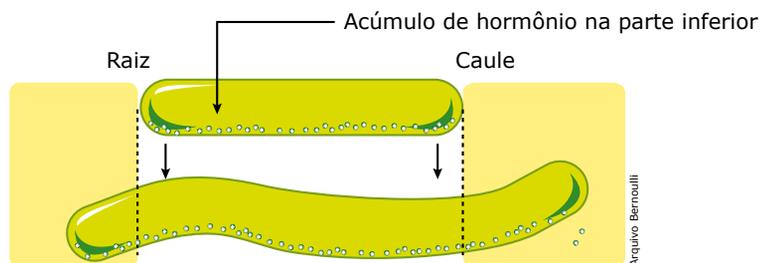


Arquivo Bernoulli



Ação da luz sobre as auxinas – O caule das plantas se dobra em direção a uma fonte unidirecional de luz, porque as células da porção não iluminada crescem mais que as da região iluminada, devido à maior concentração de auxina na parte não iluminada do caule. Já nas raízes, o movimento de curvatura do órgão se faz em direção oposta à fonte de luz. No caule, a maior concentração de auxina do lado não iluminado estimula um maior crescimento, mas na raiz ela determina uma inibição do crescimento. Ocorre, então, a curvatura do caule em direção à luz (fototropismo positivo) e a curvatura da raiz em sentido oposto (fototropismo negativo).

As auxinas também atuam no geotropismo de caules e raízes. Colocando-se uma planta em posição horizontal, verifica-se que parte do AIA existente na face superior migra, por ação da gravidade, para a face inferior, tanto no caule como na raiz. Nos caules, o aumento da concentração de auxinas na face inferior provoca uma aceleração do crescimento dessa região. Assim, crescendo mais pela face inferior, o caule curva-se para cima, em direção contrária à ação da gravidade (geotropismo negativo). Nas raízes, por sua vez, o aumento da concentração de auxinas na face inferior inibe o crescimento nesse local. Então, o crescimento mais acelerado da face superior da raiz faz com que o órgão se curve para baixo, na mesma direção em que atua a gravidade (geotropismo positivo). Veja a ilustração a seguir:



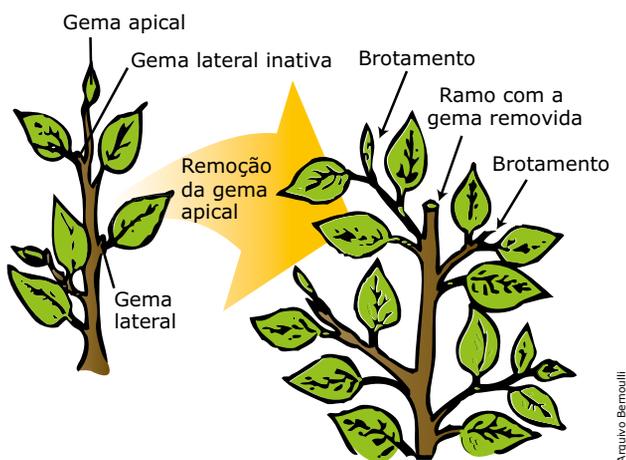
A face inferior cresce menos do que a superior.
Alta taxa de auxina inibe o crescimento da raiz.

A face inferior cresce mais do que a superior.
Alta taxa de auxina estimula o crescimento do caule.

Colocando-se uma planta em posição horizontal adaptada a um disco giratório, a auxina se distribuirá uniformemente pelo caule e pela raiz e, desse modo, não haverá manifestação da curvatura geotrópica.

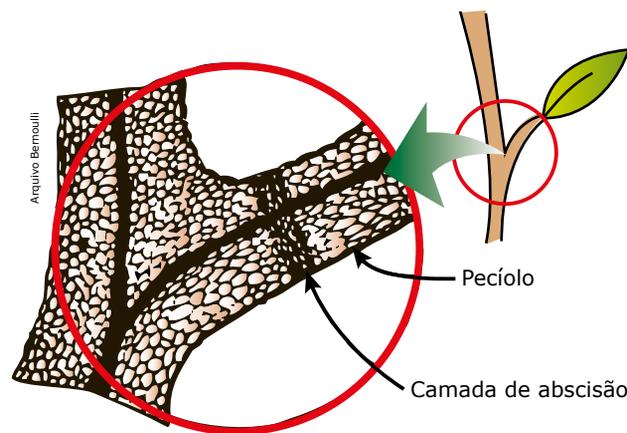


O AIA também é responsável pelo fenômeno da dominância apical, isto é, o AIA produzido na gema apical do caule desce por ele e, em grande quantidade, chega às células das gemas laterais (axilares). Nas gemas laterais, devido à grande quantidade de auxina, há uma inibição do desenvolvimento desses brotos que, então, permanecem em estado de dormência. Quando se realiza a poda, cortando a gema apical do caule, deixa de haver aquele fluxo contínuo de auxina de cima para baixo (deslocamento polarizado da auxina). Assim, a concentração de auxina nas gemas axilares diminui a uma concentração que passa a estimular o crescimento dos brotos dormentes, originando novas ramificações.



A dominância apical – Na maior parte das plantas, a gema apical exerce um efeito inibidor sobre o desenvolvimento das gemas laterais. Isso faz com que a planta se ramifique apenas nas regiões mais distantes da gema apical. Quando a gema apical é removida, técnica de jardinagem conhecida por poda, as gemas laterais podem se desenvolver.

O AIA também exerce ação no fenômeno da abscisão das folhas. Para que uma folha se mantenha inserida no caule, é preciso que o teor de auxina nessa folha seja maior que o do ramo do caule em que ela se encontra. Folhas senescentes (“velhas”), nas quais a produção de auxinas se reduz significativamente, passam a apresentar uma concentração de AIA menor que a do ramo. Forma-se, então, na base do pecíolo, uma camada de abscisão, por onde a folha se desprende e cai. Fato semelhante ocorre com frutos em adiantado estado de maturação.



Zona de abscisão do pecíolo de uma folha.

O desenvolvimento dos frutos também está relacionado à ação do AIA. Normalmente, as sementes em desenvolvimento são grandes fontes produtoras de auxinas; o hormônio produzido por elas passa, então, a estimular o desenvolvimento do ovário, promovendo, assim, a formação do fruto. Existem casos em que os próprios ovários produzem auxinas em quantidade suficiente para provocar o seu desenvolvimento, o que acarreta a formação dos frutos partenocárpicos, que são desprovidos de sementes, como no caso da banana. A partenocarpia pode ser obtida artificialmente, usando-se uma pasta de AIA aplicada no local ou com pulverização.

- **2,4-D (ácido diclorofenoxiacético)** – É uma auxina sintética usada como herbicida, isto é, usada no combate ao crescimento de ervas daninhas (carrapichos, picões, etc.) em campos de cultivo de monocotiledôneas. As monocotiledôneas são menos sensíveis à ação dessa auxina do que as dicotiledôneas. Assim, a aplicação de grande quantidade desse hormônio em campos de cultivo impede o desenvolvimento de dicotiledôneas indesejáveis (ervas daninhas), sem afetar o desenvolvimento de monocotiledôneas, como o milho. Outra importante aplicação dessa auxina é na fruticultura, especialmente na citocultura. O 2,4-D pulverizado em laranjeiras evita a queda prematura dos frutos, melhorando o rendimento da colheita.
- **ANA (ácido α -naftalenoacético)** – Também é uma auxina sintética utilizada para induzir floração simultânea em plantações de abacaxis, promovendo, além disso, uma maturação simultânea (numa mesma época) de toda a plantação.

Giberelinas

São substâncias normalmente produzidas em pequenas quantidades no embrião das sementes, no meristema apical do caule e em folhas jovens.

Atualmente, são conhecidos mais de vinte tipos diferentes de giberelinas, dos quais o mais comum é o ácido giberélico, também conhecido por giberelina A₃ ou GA₃.

Assim como as auxinas, as giberelinas promovem o crescimento e a distensão celular de caules e de folhas, mas têm pouco efeito sobre o crescimento das raízes. Plantas geneticamente anãs podem crescer e chegar a seu tamanho normal se receberem pulverização desse hormônio.

Juntamente com as auxinas, as giberelinas estimulam o desenvolvimento dos ovários e a consequente formação de frutos. Misturas desses dois hormônios têm sido utilizadas na produção de frutos partenocárpicos.

Esses hormônios também atuam na quebra de dormência de sementes, antecipando o processo de germinação. As giberelinas ativam a produção de enzimas que permitem ao embrião utilizar as substâncias de reserva contidas na semente, por exemplo, o amido.

Citocininas

Fitormônios que têm como principal ação estimular a divisão celular (mitoses). São produzidas nas raízes e transportadas, através do xilema, para todas as partes da planta. Embriões e frutos também produzem citocininas.

As citocininas ainda retardam o envelhecimento das folhas. As folhas, ao envelhecerem, ficam amareladas e murchas, o que caracteriza a senilidade. A aplicação de citocininas em certas verduras retarda a senilidade, melhorando, portanto, a preservação desses produtos.

Ácido abscísico (ABA)

É um fitormônio produzido nas folhas, na coifa e no caule, sendo transportado por meio do sistema de condução da planta. Sua concentração nas sementes e frutos é elevada, mas ainda não está esclarecido se ele é produzido ou se é apenas transportado para esses órgãos.

O ácido abscísico atua como antagonista de outros hormônios vegetais, inibindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, uma vez que induz a dormência de gemas e de sementes. Assim, esse fitormônio é o principal responsável pelo fenômeno da dormência das sementes, isto é, pelo fato de elas não germinarem imediatamente após serem produzidas.

Em certas plantas de regiões áridas, por exemplo, as sementes só germinam após serem lavadas por uma chuva, que remove o excesso de ácido abscísico nelas presente. Em outras espécies de plantas, a quebra da dormência das sementes se faz por mecanismos que degradam o ácido abscísico. Na maior parte dos casos, é a relação entre as taxas desse hormônio e as taxas de giberelinas que determina se a semente continuará em dormência ou começará a germinar.

Em certas situações, o ácido abscísico também atua no mecanismo de fechamento dos estômatos. Por exemplo, quando o suprimento de água numa planta diminui, a concentração desse hormônio aumenta muito nas folhas, fazendo com que as células-guarda dos estômatos eliminem potássio e se tornem flácidas, o que determina o fechamento do ostíolo.

Etileno

É um hormônio de natureza gasosa produzido em diversas partes da planta. A presença de etileno já foi verificada em todos os órgãos dos vegetais, com exceção das sementes.

Uma de suas funções principais é a de estimular o amadurecimento de frutos. O amadurecimento de um fruto envolve diversas alterações fisiológicas desencadeadas pela presença de etileno, que é produzido naturalmente pelo próprio fruto. Entre essas alterações, destacamos: mudança da coloração, devido à degradação da clorofila e à síntese de novos pigmentos; conversão do amido e de diversos ácidos estocados no fruto em açúcares (frutose, glicose), que lhe dão sabor adocicado; quebra parcial das paredes celulares, tornando os tecidos do fruto mais macios; síntese de diversas substâncias responsáveis pelo sabor típico de cada fruto.

Frutos guardados em conjunto eliminam boas quantidades de etileno. Se estiverem em ambiente fechado, atingirão a maturação mais rapidamente. Um fruto maduro junto de outros ainda verdes provocará o amadurecimento destes mais rapidamente. Por esse motivo é que se diz que um só fruto podre perto de outros sadios provoca o apodrecimento de todos.

Uma importante aplicação prática dos conhecimentos da ação do etileno é o retardamento do processo de amadurecimento dos frutos destinados ao armazenamento e à exportação. Os frutos devem ser transportados e mantidos em câmaras com altas taxas de CO₂, pois esse gás inibe a ação do etileno. Além disso, as câmaras devem ter pequenas taxas de O₂ e baixas temperaturas, já que esses dois fatores inibem a síntese do etileno.

O gás etileno também pode ter outra origem que não as plantas. Quando produzido pela própria planta, fala-se que ele é endógeno; quando de origem externa, é dito exógeno. O etileno exógeno também exerce efeito sobre as plantas. Esse gás é intensamente liberado, por exemplo, pela queima do querosene, da gasolina e da madeira. Por isso, muitos fruticultores estimulam a maturação dos frutos, guardando-os em ambientes com o fogão a lenha aceso ou promovendo a queima de serragem no ambiente. Se for usada alguma outra fonte de calor (eletricidade, por exemplo), não haverá estímulo para a maturação. Isso prova que não é o calor que incentiva a maturação dos frutos, mas alguma substância presente no ar, derivada da queima da madeira.

Muitos fruticultores já dispõem, também, de câmaras de etileno para promover o amadurecimento rápido dos frutos que são coletados ainda verdes.

O etileno ainda tem um efeito indutor de floração. Algumas plantas, como o abacaxi, a maçã e a manga, podem entrar em floração com a queima de serragem, de palha ou do gás que era usado, no passado, na iluminação das ruas. O etileno é um dos produtos dessas queimas.

Outra função do etileno é, juntamente com as auxinas, induzir a abscisão das folhas. Nas regiões de clima temperado, por exemplo, a concentração de auxina nas folhas de plantas decíduas diminui no outono. Isso induz modificações na base do pecíolo, que passa a produzir etileno. Esse hormônio enfraquece as células a tal ponto que o peso da folha é suficiente para romper sua ligação com o caule; a folha, então, se destaca e cai.

Uma observação muito antiga é a de que o gás de iluminação provocava intenso desfolhamento das árvores próximas aos postes ou lampiões. Isso era provocado pelo etileno liberado pela queima do gás utilizado nesse tipo de iluminação.

CONTEÚDO NO
Bernoulli Play



Hormônios vegetais

Cruciais para o metabolismo vegetal, os hormônios atuam controlando o seu desenvolvimento. Essa videoaula abordará algumas dessas importantes substâncias.

MOVIMENTOS VEGETAIS



Os movimentos das plantas são reações destas a estímulos ou agentes excitantes do meio externo e, às vezes, do próprio meio interno da planta. Em alguns deles, os agentes e o mecanismo são bem conhecidos. Outros, porém, permanecem objeto de investigação científica. Tais movimentos podem ser dos seguintes tipos: tropismos, tactismos e nastismos.

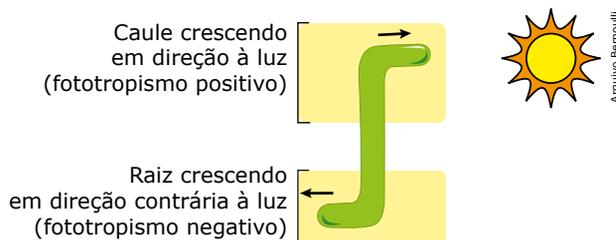
Tropismos

São movimentos de crescimento ou curvatura orientados em relação a um estímulo externo, que podem ser positivos ou negativos. São positivos quando o crescimento se processa no sentido do estímulo ou do agente excitante e negativos quando o crescimento é realizado em sentido contrário.

Entre os tropismos destacamos: fototropismo, geotropismo, quimiotropismo e tigmotropismo.

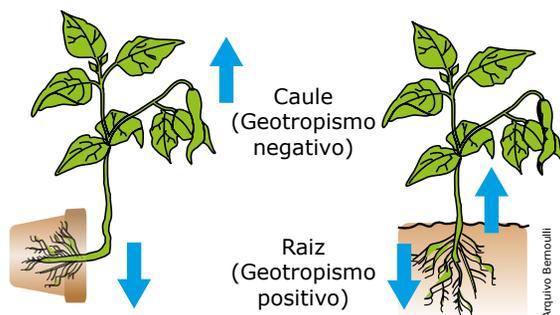
Fototropismo

Crescimento dos órgãos vegetais orientado segundo o estímulo luminoso (luz). Quando o crescimento se dá em direção à fonte de luz, tem-se um fototropismo positivo; quando o crescimento se dá no sentido contrário à fonte luminosa, tem-se o fototropismo negativo. Em geral, caules e folhas apresentam fototropismo positivo, e as raízes, fototropismo negativo.



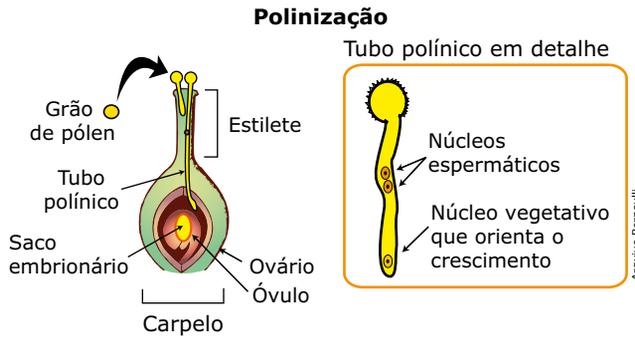
Geotropismo (gravitropismo)

Crescimento dos órgãos vegetais orientado segundo o centro da gravidade. Em geral, as raízes apresentam geotropismo positivo e os caules, geotropismo negativo. Quando um órgão, como os ramos laterais, crescem horizontalmente, fala-se em plagiogeotropismo.



Quimiotropismo

Crescimento da estrutura vegetal orientado segundo uma substância química. É o caso, por exemplo, do crescimento do tubo polínico em direção ao óvulo. Tal crescimento é estimulado por substâncias produzidas pelo saco embrionário (gametófito feminino).

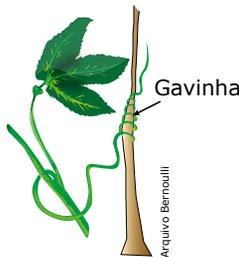


Quimiotropismo do tubo polínico.

Um caso particular de quimiotropismo é o hidrotropismo, movimento de crescimento orientado pela água, como o verificado nas raízes que crescem em direção a locais onde há maior disponibilidade de água.

Tigmotropismo

Crescimento do órgão vegetal orientado segundo um estímulo mecânico de contato. É o caso, por exemplo, das gavinhas, que crescem se enrolando em torno de um suporte. Admite-se que o enrolamento verificado deve-se ao contato do órgão com o suporte.



Tigmotropismo - Ápice de um pé de chuchu mostrando as gavinhas enroladas em um suporte.

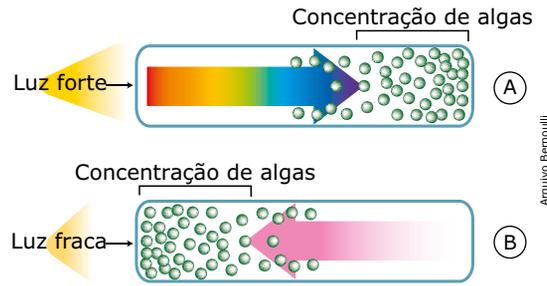
Tactismos

São movimentos de deslocamento orientados em relação a um estímulo ou excitante externo. Também podem ser positivos ou negativos, conforme o deslocamento se dê em direção ao estímulo ou em sentido contrário a este.

Dependendo da natureza do estímulo, podemos ter fototactismo e quimiotactismo.

Fototactismo

É o deslocamento orientado segundo uma fonte de luz. Quando esse deslocamento é feito em direção a uma fonte de luz, temos o fototactismo positivo; quando o deslocamento se dá no sentido contrário à fonte luminosa, temos o fototactismo negativo. Como exemplo, podemos citar o fototactismo realizado por algumas clorófitas (algas verdes), como a *Euglena* sp. e a *Chlamydomonas* sp.



Fototactismo realizado por *Chlamydomonas* - A. As algas acumulam-se no lado oposto à fonte de luz intensa. Apresentam, nesse caso, fototactismo negativo. B. As algas modificam seu comportamento quando expostas à luz muito fraca. Ao invés de fugirem da luz, aglomeram-se ao lado desta. O fototactismo agora é positivo.

Quimiotactismo

Deslocamento orientado segundo uma substância química. Também pode ser positivo ou negativo, conforme esse deslocamento se dê em direção à substância química ou em sentido contrário. Como exemplo, temos o quimiotactismo positivo de anterozoides em direção à oosfera, como ocorre em briófitas e pteridófitas. A atração exercida pela oosfera sobre os anterozoides se deve a substâncias excitantes produzidas por ela e por células do próprio arquegônio.

Nastismos

Nastismos, nastias ou movimentos násticos são movimentos não orientados, isto é, independentemente do sentido e da direção de incidência do estímulo ou agente excitante, o movimento sempre ocorrerá segundo um determinado padrão. Esses movimentos tanto podem ser influenciados por fatores difusamente distribuídos na natureza quanto por fatores internos da própria planta. Como exemplos de movimentos násticos, podemos citar:

Fotonastismo

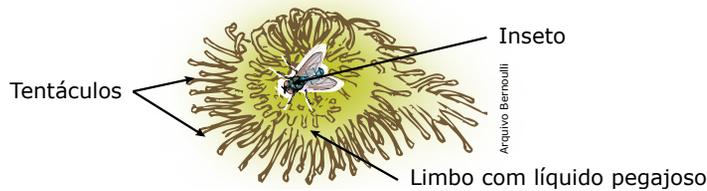
É provocado pelas variações de luz nos períodos dia-noite. Em certas flores, como a dama-da-noite, por exemplo, as pétalas se voltam para cima durante o dia e para baixo durante a noite, posição que promove a abertura da corola. Já no dente-de-leão, a incidência de luz forte faz com que toda a inflorescência se abra, enquanto em luz fraca ou no escuro ela se fecha.

Termonastismo

Movimento desencadeado por variações de temperatura. As flores da tulipa, por exemplo, abrem-se em temperaturas altas e fecham-se em temperaturas baixas.

Tigmonastismo

Movimento observado em plantas insetívoras, como a *Drosera* sp. as folhas dessa planta têm limbo dotado de líquido pegajoso e também possuem tentáculos, em cujo ápice existem bolsas contendo sucos digestivos. Quando um inseto pousa sobre o limbo, fica preso e começa a se debater, o que provoca o movimento dos tentáculos que, entrando em contato com o corpo do inseto, liberam o suco digestivo.



Tigmonastismo – planta insetívora (*Drosera* sp.).

Seismonastismo

Movimento relacionado a alterações relativamente rápidas no turgor (turgescência) de determinadas células. É o que acontece, por exemplo, com as folhas da *Mimosa pudica*, também conhecida por sensitiva ou dormideira. Quando a planta é tocada, as células da base dos seus folíolos murcham rapidamente devido à perda de íon potássio e de água para os ramos, e as folhas dobram-se para cima. Essa reação se propaga rapidamente da região estimulada para as folhas vizinhas, fazendo com que elas também se dobrem. Essa propagação se dá por meio da despolarização das membranas celulares, provavelmente de modo semelhante ao que acontece na propagação do impulso nervoso nos neurônios dos animais, mas com velocidade bem menor.



Seismonastismo da *Mimosa pudica* – O dobramento dos folíolos leva entre 1 e 2 segundos e resulta de uma rápida diminuição da turgescência das células dos púlvinos (pequenas dilatações na base dos folíolos, constituídas por células capazes de alterar rapidamente o seu turgor).

O seismonastismo ocorre ainda em certas plantas insetívoras, como a *Dionaea muscipula*, que fecha rapidamente suas folhas para a captura de insetos. Nessa planta, as folhas são articuladas na região mediana e cada uma de suas metades possui pelos sensitivos. Quando um inseto, atraído pelo néctar, pousa sobre a superfície foliar, ele toca nesses pelos, desencadeando o rápido fechamento da folha, de modo semelhante a uma armadilha. Nesse caso, o toque provocou alterações no turgor das células que mantinham abertas as metades da folha.



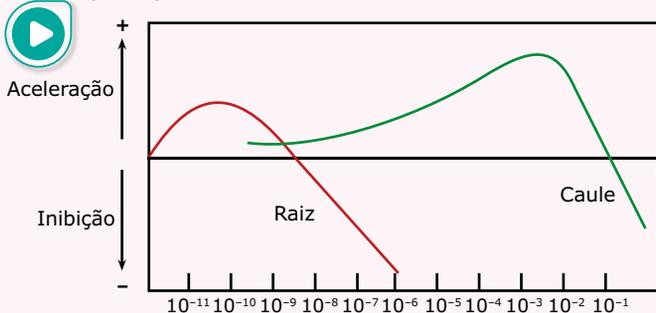
Folha de *Dionaea*, com limbo articulado para capturar insetos.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



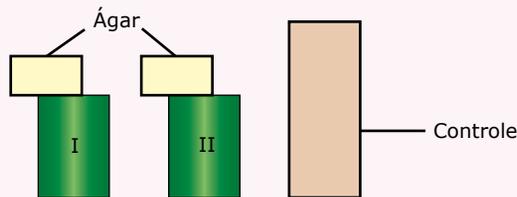
- 01.** (UFMS) Indique a alternativa correta.
- Quando o caule busca uma área sem luminosidade para o seu crescimento, o fenômeno é denominado tigmotropismo negativo.
 - Em geral, o caule das plantas apresenta geotropismo positivo.
 - Em geral, as raízes da planta crescem em direção ao solo, apresentando, portanto, geotropismo positivo.
 - A planta apresenta fototropismo negativo quando o caule tende a crescer em direção à fonte de luz.
 - Quando as folhas das plantas crescem em direção à fonte de luz, o fenômeno é denominado geotropismo negativo.

02. (UFMG)



Verificando o gráfico relacionado com o crescimento dos vegetais e a concentração de auxina, qual a alternativa que melhor interpreta os resultados nele contidos?

- A mesma concentração de auxina provoca o crescimento do caule e da raiz com igual intensidade.
 - O crescimento máximo da raiz é estimulado pela mesma concentração de auxina que provoca o crescimento máximo do caule.
 - O crescimento da raiz é inibido por concentrações de auxina inferiores àquelas que inibem o crescimento do caule.
 - O crescimento da raiz é estimulado por concentrações de auxina superiores àquelas que estimulam o crescimento do caule.
 - Existe uma concentração de auxina que estimula, ao mesmo tempo, crescimento igual da raiz e do caule.
- 03.** (FCMSC-SP) Foi realizado o seguinte experimento: de dois coleótilos retiraram-se as pontas e colocaram-se blocos de ágar contendo hormônio de crescimento, conforme o esquema mostrado a seguir (observar a presença de um controle):



Após certo tempo,

- I curva-se para a esquerda e II curva-se para a direita.
- I curva-se para a direita e II curva-se para a esquerda.
- ambos curvam-se para o mesmo lado se mantidos ambos no escuro.
- ambos se comportarão como controle se os três coleótilos forem mantidos no escuro.
- se os três coleótilos forem iluminados unilateralmente, o crescimento dos três será exatamente o mesmo e uniforme.

04. (PUC Minas) É muito comum escutar

- uma maçã podre, no meio de outras sadias, provoca deterioração das demais.
- uma laranja podre, num saco de laranjas, faz apodrecer as demais.
- embrulhar abacate em jornais favorece seu amadurecimento.
- pendurar cacho de bananas perto do fogão à lenha favorece seu amadurecimento.
- colocar frutas de exportação em presença de CO₂ e temperaturas baixas evita seu amadurecimento.

Isso pode ser explicado, entre outros fatores, pelo seguinte hormônio:

- | | |
|---------------|--------------------|
| A) Auxina | D) Etileno |
| B) Giberelina | E) Ácido abscísico |
| C) Citocinina | |

05.



(UFMT) Uma dona de casa descobriu que, eliminando a gema apical de certas plantas, estas apresentavam uma ramificação lateral mais abundante. Sobre esse procedimento, analise as afirmativas.

- Elimina o meristema apical, onde ocorre a síntese da auxina.
- Promove a dominância apical causada pela auxina.
- Promove as atividades das gemas laterais.
- Elimina a síntese do etileno.

Estão corretas as afirmativas

- I, II e III, apenas.
- II e IV, apenas.
- I e III, apenas.
- II, III e IV, apenas.
- I, II, III e IV.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UEMG–2017) O procedimento cotidiano adequado para se retardar o amadurecimento de um mamão é
- embalar o fruto em jornal.
 - gerar cicatrizes em sua superfície.
 - fornecer calor de forma moderada.
 - manter o mamão em local ventilado.

- 02.** (UDESC–2016) A luminosidade é um fator de grande influência no crescimento dos caules pois, normalmente, eles têm um crescimento em direção à luz, o chamado fototropismo positivo.

Assinale a alternativa que contém o nome do principal hormônio vegetal envolvido no fototropismo positivo dos caules.

- | | |
|------------------|------------|
| A) Noradrenalina | D) Auxina |
| B) Citosina | E) Etileno |
| C) Giberilinas | |

- 03.** (UECE–2016) Indignada, uma consumidora voltou ao supermercado para devolver uma penca de bananas, pois elas estavam todas soltando do cacho. O gerente do supermercado perguntou à cliente se ela havia deixado as bananas no saco fechado por muito tempo. Dessa forma, ele quis demonstrar que o acondicionamento prolongado do alimento havia estimulado a produção de
- | | |
|----------------|----------------|
| A) auxina. | C) citocinina. |
| B) giberelina. | D) etileno. |

- 04.** (UERJ) “Uma fruta podre no cesto pode estragar todo o resto”.

O dito popular anterior baseia-se no fundamento biológico de que a liberação de um hormônio volátil pelo fruto mais maduro estimula a maturação dos demais frutos. Esse hormônio é denominado de:

- | | |
|-------------|----------------|
| A) etileno. | C) citocinina. |
| B) auxina. | D) giberelina. |

- 05.** (UNISC-RS–2016) Em relação ao fitormônio auxina, pode-se afirmar que

- inibe o crescimento da planta e causa a dormência de sementes, impedindo sua germinação prematura.
- é abundante onde há muita proliferação de células, como sementes em germinação, frutos e folhas em desenvolvimento e pontas de raízes.
- é produzida pelo meristema apical do caule e responsável pela dominância apical.

D) é uma substância gasosa produzida em diversas partes da planta e capaz de induzir o amadurecimento dos frutos.

E) estimula o alongamento do caule e a germinação de sementes.

- 06.** (UFPR–2016) Produtores de frutas utilizam permanganato de potássio para desencadear a reação representada pela seguinte equação:

Permanganato de potássio + Etileno →

Óxido de manganês + Gás carbônico + Hidróxido de potássio

O objetivo de colocar as frutas em contato com o permanganato de potássio é

- acelerar seu crescimento.
- retardar seu amadurecimento.
- alterar seu sabor.
- modificar sua cor.
- reduzir a quantidade de sementes.

- 07.** (CEFET-MG) Analise a imagem seguinte que mostra um vaso de planta submetida à iluminação difusa que tombou, sem prejudicá-la, permanecendo por alguns dias nessa posição.



Disponível em: <<http://getting-in.com/>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

Nessas condições, a mudança de orientação da planta, explica-se pela(o)

- movimento do caule em direção à fonte de luz.
- crescimento da porção aérea contra a gravidade.
- curvatura normal do caule dessa espécie de planta.
- tentativa de estabelecimento do equilíbrio estático pela planta.
- orientação paralela dos ramos dessa espécie em relação ao solo.

- 08.** (PUC Minas) Leia os três fatos a seguir:

- É possível notar nas ruas, em um período do ano, folhas caídas das árvores.
- Regularmente, as árvores são podadas nas ruas das cidades.

3. Em sítios e fazendas, muitos frutos maduros caem das árvores.

Sobre estes fatos, assinale a alternativa incorreta.

- A) Em 1, há a abscisão foliar, em parte, por causa de um decréscimo do movimento da auxina, produzida no limbo da folha por meio do pecíolo.
- B) Em 2, muitos galhos novos, até então dormentes, desenvolvem-se em função da queda inicial da auxina das gemas apicais.
- C) Em 3, percebe-se a ação de três hormônios: a indução da senescência pela citocinina, o amadurecimento pelo etileno e a participação da auxina na abscisão do fruto.
- D) Nos três fatos mencionados, o tratamento artificial com giberelina retardaria os efeitos citados até um novo equilíbrio hormonal natural.

09. (UDESC) Os hormônios vegetais são substâncias que estimulam, inibem ou modificam os processos fisiológicos da planta. Eles podem agir à distância do seu local de síntese e são específicos.

Associe a primeira coluna de acordo com a segunda.

- (1) Auxina
- (2) Giberelina
- (3) Ácido abscísico
- (4) Etileno
- (5) Citocinina
- () Envelhecimento vegetal, queda das folhas e amadurecimento de frutos.
- () Divisão celular e desenvolvimento de gemas laterais.
- () Inibição da germinação de sementes e das gemas durante condições desfavoráveis.
- () Alongamento de caule e estímulo à formação de raízes.
- () Estímulo à germinação de sementes.

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

- A) 4 - 3 - 5 - 1 - 2
- B) 5 - 3 - 2 - 1 - 4
- C) 5 - 4 - 3 - 2 - 1
- D) 4 - 5 - 3 - 1 - 2
- E) 3 - 5 - 4 - 2 - 1

10. (Unesp-2017) Uma gimnosperma conhecida como cedrinho (*Cupressus lusitanica*) é uma opção de cerca-viva para quem deseja delimitar o espaço de uma propriedade. Para isso, mudas dessa espécie são plantadas a intervalos regulares. Podas periódicas garantem que o espaço entre as mudas seja preenchido, resultando em uma cerca como a ilustrada na imagem.

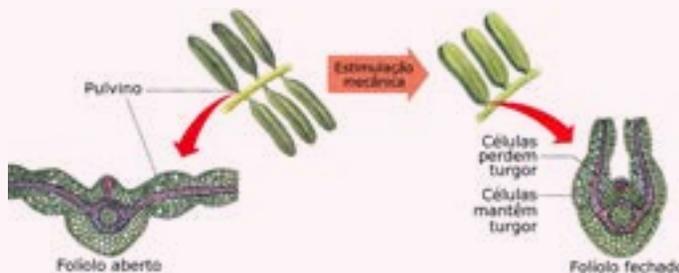


Disponível em: <www.mariplantas.com.br>.

Para se obter uma cerca-viva de altura controlada, que crie uma barreira física e visual, deve-se

- A) estimular a produção de auxinas pelas gemas laterais das plantas, podando periodicamente a gema apical.
- B) estimular a produção de auxinas pela gema apical das plantas, podando periodicamente as gemas laterais.
- C) inibir a produção de auxinas pela gema apical e pelas gemas laterais das plantas, podando periodicamente as gemas laterais e a gema apical.
- D) inibir a produção de auxinas pela gema apical das plantas, podando periodicamente as gemas laterais.
- E) inibir a produção de auxinas pelas gemas laterais das plantas, podando periodicamente a gema apical.

11. (UFU-MG-2016) As folhas da planta *Mimosa pudica*, popularmente conhecida como sensitiva ou dormideira, dobram-se rapidamente quando estimuladas mecanicamente, conforme ilustrado na figura a seguir.



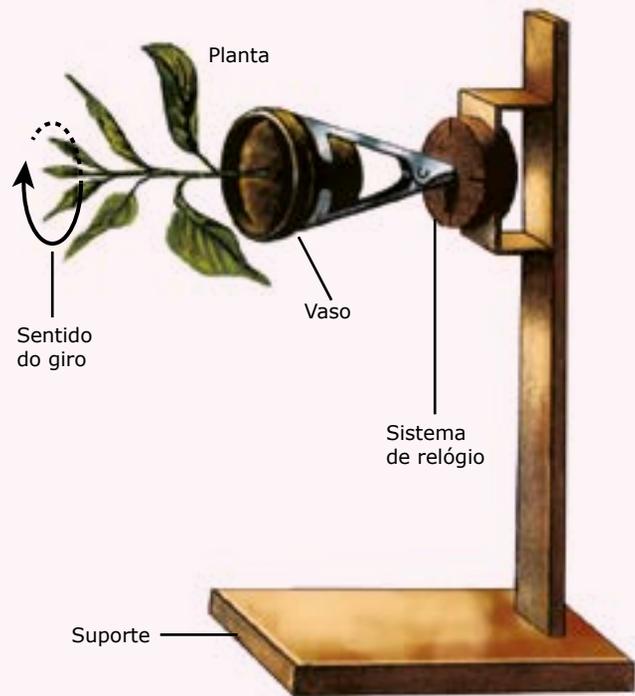
Disponível em: <http://angelobranco.com.br/2015/01>. Acesso em: 04 jan. 2016.

A partir das informações, faça o que se pede.

- A) Como é denominado esse tipo de movimento das folhas da referida planta?
- B) Explique o mecanismo da resposta iônica que provoca as alterações no turgor das células do pulvino que levam ao fechamento dos folíolos.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A produção de hormônios vegetais (como a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Diversos são os estudos que buscam compreender melhor essas influências. O experimento seguinte integra um desses estudos.



O fato de a planta do experimento crescer na direção horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo argumento de que o giro faz com que a auxina se

- A) distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- B) acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- C) concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
- D) distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
- E) concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

02. Em ruas e avenidas arborizadas, periodicamente as companhias distribuidoras de eletricidade realizam cortes da parte superior das árvores que estão em contato com os fios elétricos de alta tensão. As podas são necessárias para evitar problemas que podem ocorrer em dias chuvosos e de fortes ventos.

O hormônio vegetal responsável pelo alongamento dos caules e raízes é o AIA (ácido indolilacético). No caule, o principal local de produção desse hormônio é a gema apical que, enquanto presente, inibe o desenvolvimento das gemas laterais, fenômeno conhecido por dominância apical. A poda consiste na retirada da gema apical e, conseqüentemente, ao fazê-la, cessa-se a dominância apical, o que permite às gemas laterais se desenvolverem formando novos ramos.

Com base nas informações do texto e em outros conhecimentos sobre a fisiologia vegetal, é correto dizer que após o corte da região apical que estava atingindo os fios elétricos poderá ocorrer

- A) interrupção apenas do desenvolvimento das gemas laterais.
- B) interrupção do desenvolvimento da gema apical e das gemas laterais.
- C) desenvolvimento das gemas laterais, formando novos ramos.
- D) desenvolvimento da gema apical, diminuindo a formação de novos ramos laterais.
- E) desenvolvimento da gema apical, estimulado pelas gemas laterais.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C
- 03. C
- 04. D
- 05. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
 - 02. D
 - 03. D
 - 04. A
 - 05. C
 - 06. B
 - 07. A
 - 08. D
 - 09. D
 - 10. A
- 11.
- A) Seismonastismo.
 - B) Quando a planta é tocada, as células da base dos seus folíolos murcham rapidamente devido à perda de íon potássio e de água para os ramos, e as folhas se dobram para cima. Essa reação se propaga rapidamente da região estimulada para as folhas vizinhas, fazendo com que elas também se dobrem.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %