



## *Hormônios Vegetais*<sup>1</sup>

Os hormônios vegetais são substâncias formadas por moléculas bem pequenas produzidas em certas regiões da planta e que, em pequenas concentrações, geram mudanças metabólicas nas células da mesma. O seu transporte é realizado pelos vasos condutores de seiva (Xilema e Floema) e podem atuar diretamente no órgão onde foram produzidos. Entretanto, essas substâncias, em comparação com os hormônios produzidos pelos animais, são pouco específicas, ou seja, a maioria delas age em diversos tecidos regulando diferentes processos metabólicos das plantas.

Os principais hormônios vegetais são *Auxinas*, *Giberelinas*, *Citocininas*, *Etileno* e *Ácido Abscísico*. Estes, por sua vez, desempenham diversas funções tais como: o estímulo ao crescimento da planta, à floração, à formação e ao amadurecimento dos frutos, à formação dos tecidos vegetais. Promovem a adaptação da planta às condições de falta de água (estresse hídrico) e estimulam a germinação e a quebra (ou indução) da dormência.

- O **crescimento da planta** é estimulado predominantemente pela auxina, citocinina e giberelina. A auxina estimula o crescimento da planta principalmente por alongamento celular e em menor escala pela divisão da célula. A *giberelina* e a *citocinina*, por sua vez, estimulam o crescimento do vegetal exclusivamente por mitose. No entanto, as diferentes partes dos vegetais respondem a distintas concentrações de auxina. O crescimento das raízes é estimulado por menores concentrações desse hormônio (a raiz é mais sensível). Maiores concentrações inibem o crescimento das mesmas. Em relação ao caule, maiores concentrações estimulam o seu crescimento. Essa diferença de sensibilidade a diferentes concentrações de hormônio explicam por que o efeito dos hormônios pode ser influenciado por fatores como a gravidade, a luz e a dominância apical.

Gravidade - Uma planta colocada em posição horizontal terá, por ação da gravidade, grande deposição de auxinas na parte inferior. A raiz terá crescimento mais rápido do lado superior, onde a concentração de auxinas é menor, curvando-se e aprofundando-se no solo. O caule terá crescimento mais rápido do lado inferior, onde a concentração de auxinas é maior, curvando-se para cima e crescendo verticalmente.

Luz - A luz inibe a concentração de *auxina* e promove sua migração para o lado sombreado. Portanto, nos caules, a grande concentração de auxina no lado sombreado promove um maior alongamento destas células do que as do lado iluminado, acarretando uma curvatura do caule na direção da luz. Nas raízes, ocorre o inverso: a maior concentração de *auxina* no lado sombreado inibe o crescimento e a menor concentração no lado iluminado estimula. Sendo assim a raiz cresce na direção oposta a da luz.

Dominância apical - O ápice da planta é responsável pela produção de grandes quantidades de *auxina* que por gravidade chega até as gemas laterais (que originarão os galhos). Como as gemas laterais são inibidas por altas concentrações de auxina, elas só se desenvolvem quando a gema apical é retirada. É por essa razão que, quando se deseja desenvolver lateralmente a copa de uma árvore, usa-se a técnica da poda. Esta consiste em cortar o ápice do caule, reduzindo bastante a produção de *auxina*. Dessa forma, a dominância é quebrada e as gemas conseguem se desenvolver, aumentando a produtividade da planta, pois mais frutos poderão ser produzidos (importante para a agricultura).

- A **floração** é o processo de formação das flores, ou seja, dos órgãos reprodutivos da planta. A *giberelina* é o hormônio que estimula o desenvolvimento dessas estruturas em determinadas épocas.
- A **formação dos frutos** é estimulada pela *auxina* e pela *giberelina*. Esses dois hormônios agem de forma associada nesse processo. A auxina estimula o desenvolvimento do ovário da flor e a giberelina “puxa” reservas da planta para o armazenamento das mesmas nos frutos. A estocagem de açúcares é importante para formar frutos comestíveis, o que atrai animais (pássaros, morcegos, insetos) que, ao comerem os frutos, acabam atuando como dispersores de sementes, **contribuindo para a disseminação de novas plantas**. Nesse sentido, outras características também atuam nesse processo de atração. O odor agradável e as cores vistosas são exemplos dessas características.
- O **amadurecimento dos frutos** é estimulado pelo *etileno*, produzido por folhas, frutos e flores em processo de envelhecimento. O *etileno* é o único hormônio gasoso e por essa razão as baixas temperaturas inibem sua liberação. Isso explica por que um fruto colocado na geladeira pode ser conservado por mais tempo. Dessa forma, o processo de envelhecimento torna-se mais lento. Para acelerarmos esse processo, podemos

<sup>1</sup> Material didático produzido por Bárbara Souza Neil Magalhães e Mariana Cabrera da Rocha Viera, alunas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFRJ, durante suas atividades de Prática de Ensino em 2008, sob a supervisão dos professores Filipe Porto (Colégio de Aplicação da UFRJ) e Teo Bueno de Abreu (Faculdade de Educação da UFRJ).

embrulhar os frutos em um jornal, pois assim, estaremos concentrando o hormônio ao redor dos mesmos, estimulando o processo de amadurecimento.

- A **formação dos tecidos vegetais** é estimulada pela auxina e pela *citocinina*. A *auxina* estimula o desenvolvimento das raízes e dos vasos condutores de seiva. A *citocinina*, por sua vez, estimula a formação das folhas da planta. Esses hormônios são importantes para o crescimento do vegetal como um todo.
- **Adaptações à carência de água:** O *ácido abscísico* (ABA) e o *etileno* são os hormônios que atuam nesse processo. Eles agem no sentido de diminuir a grande perda de água pela planta. O ABA pode agir estimulando o fechamento dos estômatos (diminuindo a transpiração) ou, em situações de extrema falta de água, estimulando a produção de etileno. Este, por sua vez, provoca a perda de folhas. A água congelada do solo em ambientes muito frios e ambientes muito quentes e secos constituem situações de extrema falta de água.

Em síntese, os fitormônios exercem diversas funções na vida dos vegetais. Dessa forma, as plantas necessitam dessas substâncias para a sua sobrevivência e reprodução. Elas são essenciais para a adaptação dos vegetais ao ambiente. Entretanto, os hormônios vegetais também são importantes economicamente, pois podem aumentar a produtividade na agricultura.

## Germinação e Dormência

Após a polinização, vários grãos de pólen participam da formação do tubo polínico e um único participa da fecundação (se funde à oosfera). O zigoto sofre várias divisões mitóticas, dando origem ao embrião e, ao mesmo tempo, ocorre a formação do endosperma, tecido nutritivo materno. Logo após a fecundação, o embrião começa a se desenvolver, os tecidos do óvulo concentram nutrientes e perdem água, enquanto seus envoltórios se tornam impermeáveis (sob ação do ácido abscísico). Neste ponto, a estrutura toda passa a ser chamada de semente.

A desidratação acarretada pelo ácido abscísico não permite que o embrião se desenvolva e germine dentro da semente, mantendo seu metabolismo baixo, o que possibilita sua dispersão. A dispersão apresenta a vantagem de aumentar a área de distribuição da espécie e diminuir a competição intra-específica. Porém, arrisca-se a sair de um local adequado onde a planta-mãe cresceu.

### Tipos de Dispersão:

- Via animal: Comendo fruto (frutas), predação; enterrando para depois comer e esquecendo; grudando nos pêlos e espinhos.
- Via vento: sementes aladas em frutos secos, dente de leão.
- Via água: frutos ociosos como o coco; árvores de mangue.

Quando houver condições ambientais favoráveis, o ácido abscísico vai deixar de atuar e o embrião irá voltar a se desenvolver. Dentre essas condições, a **água** é a mais importante e a única necessária para qualquer espécie germinar. Para que haja germinação é fundamental que ocorra entrada de água na semente, logo ela tem importância máxima nesse processo.

### A germinação não ocorre sem um teor de umidade mínimo!

Quando a simples absorção da água já estimula o processo de germinação, as sementes são chamadas de **RECALCITRANTES**. Elas germinam logo, pois têm maior teor de água. As espécies tardias de floresta tropical possuem esse tipo de semente, que são grandes, com endosperma desenvolvido permitindo um desenvolvimento inicial prolongado em condições de baixa luminosidade.

Porém, há sementes que necessitam de outras condições para que possam embeber, por exemplo, atrito ou ácidos para romper casca muito dura, sendo chamadas de sementes **DORMENTES**. Para que essas sementes germinem é necessária a quebra de sua dormência.

- Quebra de Dormência Química: Sementes que passam pelo trato digestivo de animais possuem dormência química, que pode ser quebrada com ácidos, como por exemplo, o clorídrico. Esse processo é importante para sua dispersão.
- Quebra de Dormência Mecânica: Sementes que são alimento de roedores possuem dormência mecânica, que pode ser quebrada escarificando a casca das sementes. Processo também importante para dispersão.
- Quebra de Dormência por Lixiviação: Em clima semi-árido, a escassez de chuvas é o fator que limita a sobrevivência das espécies; sementes típicas destas regiões geralmente têm substâncias inibidoras da germinação, solúveis em água, que só serão lixiviadas após chuva intensa, de modo que a germinação só ocorrerá quando houver disponibilidade de água no solo suficiente para o estabelecimento da plântula.

Muitas sementes só germinam após receber certas quantidades de luz e essa quantidade pode variar bastante de planta para planta. Essas sementes são chamadas de **QUIESCENTES**. Possuem alta longevidade, pois, por ter menor teor de água, têm metabolismo baixo e assim sobrevivem mais tempo. Elas são sementes pequenas com endosperma pouco desenvolvido, necessitando, assim de luminosidade para se desenvolver, o que costuma ser freqüente nas clareiras de florestas

tropicais. Por causa da capacidade de colonizar esse tipo de ambiente, as espécies com sementes quiescentes são também espécies pioneiras em florestas tropicais.

Outras plantas necessitam de um período de frio para que possam germinar, sendo este fundamental para que certas sementes germinem. Logo, mudanças ambientais drásticas podem prejudicar a ou até mesmo impedir que sementes de certas espécies germinem. Por exemplo, com o efeito estufa, sementes que necessitam de frio para germinar, não germinam; com a seca, o fator fundamental para a germinação, a água, desaparece...

Assim, podemos concluir que algumas vantagens da semente possuir dormência são: maior tempo p/ dispersão da semente, aumento da sobrevivência das plântulas, porque inibe germinação em condições desfavoráveis, e impedir viviparidade (a ocorrência de germinação das sementes ainda na planta-mãe).

### **Modificações fisiológicas que levam a germinação**

A germinação consiste no desenvolvimento do embrião (estimulado por um hormônio denominado Giberelina) até que o mesmo alcance os tecidos nutritivos (endosperma) da semente. É o primeiro estágio do desenvolvimento da planta e a partir dessa fase, a planta começa a crescer.

Quando o ambiente passa a apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento da semente (principalmente maior teor de umidade), há um aumento na concentração de giberelina produzida pelo embrião. Esta, então, migra através do endosperma até uma camada de células vivas e aí induz à síntese de uma enzima (alfa-amilase). Esta enzima migra para o endosperma e hidrolisa o amido em glicose, permitindo um aumento na taxa de respiração celular e do metabolismo. Repare que a planta, em seu desenvolvimento inicial, ainda não realiza a fotossíntese. Comporta-se dessa forma como um organismo heterotrófico, pois não produz seu próprio alimento pela fotossíntese, mas sim consome as reservas existentes na semente.

Resumindo, o que ocorre na germinação e desenvolvimento inicial da planta é: absorção de água, atuação de hormônios (predomínio da giberelina), liberação das substâncias de reserva do tecido materno, assimilação desses nutrientes, início da mitose no embrião e início da formação dos tecidos vegetais.

**Observação:** As plantas desenvolvidas (estimuladas pelo ABA) também podem entrar em dormência quando as condições ambientais forem desfavoráveis, por exemplo, a carência de água, que impede a fotossíntese e resseca os tecidos da planta. Essa carência pode ser gerada por temperaturas muito altas (intenso calor) ou por ambientes muito frios em que a água do solo congela.

Quando ocorre dormência nessas plantas, há perda das folhas, a fotossíntese pára de acontecer e o metabolismo fica bem reduzido, evitando que a planta gaste reservas energéticas em condições desfavoráveis. A giberelina age de forma oposta ao ácido abscísico (ABA), estimulando também a quebra da dormência de plantas já desenvolvidas, ou seja, as folhas voltam a ser formadas e a planta volta a fazer fotossíntese (seu metabolismo recomeça).