

***Texto Didático***

***Publicado em LoVE PLANTS CERRADO (Janeiro, 2019)***

**REGULAÇÃO HORMONAL E METABÓLICA DA PROPAGAÇÃO DE  
PLANTAS**

**Autora: Sabrina do Couto de Miranda**

E assim nasce uma nova planta... Após a fecundação, e no caso das Angiospermas dupla fecundação, inicia-se a vida de uma planta ainda de tamanho muito reduzido. A união de um dos núcleos espermáticos com a oosfera forma o zigoto que sofre a primeira divisão mitótica que gera duas células-filhas assimétricas, esta assimetria é essencial para estabelecer a polaridade que define eixo para a embriogênese.

A célula basal maior dará origem ao suspensor, estrutura que sustenta o embrião originado a partir da célula apical menor. Ao mesmo tempo vários eventos metabólicos ocorrerão no óvulo e ovário para a formação da semente e do fruto, respectivamente. Estes eventos são mediados por hormônios.

A semente representa uma importante adaptação evolutiva para as Espermatófitas (Angiospermas e Gimnospermas) na conquista do ambiente terrestre. A semente é constituída, de modo geral, por uma testa protetora, pelo embrião (eixo embrionário – radícula, hipocótilo e plúmula), um ou dois cotilédones, e endosperma (tecido triploide produto da união do segundo núcleo espermático com os núcleos polares) que pode estar presente ou ausente na maturidade da semente. Até a germinação o embrião na semente ficará em estágio quiescente.

Para evitar que a semente germine, ou seja, que o embrião retome seu crescimento, em condições não ideais há o efeito inibitório da germinação ocasionado pelo balaço entre dois hormônios: o ácido abscísico (ABA) – inibidor e as giberelinas – promotores. Além disso, fatores ambientais podem influenciar tais aspectos, como luz e temperatura. Outros hormônios como o etileno e os brassinoesteroides podem também atuar, neste caso reduzindo a ação do ABA,

portanto uma rede hormonal é responsável pela regulação da dormência da semente e fenômenos do desenvolvimento.

A água é o estímulo externo/abiótico mais essencial para que o embrião germine, geralmente exibindo a emergência da radícula. É importante destacar que estímulos ambientais como a luz também exercem influência na liberação da dormência. Neste caso tem-se a fotoblastia, havendo sementes que são fotoblásticas positivas, negativas ou neutras de acordo com a influência da luz. Com relação à luz o fitocromo (pigmento azul presente nos tecidos vegetais) é um importante fotossensor que pode desencadear múltiplas respostas do desenvolvimento da planta, como: germinação da semente, alongamento caulinar, gancho plumular, expansão foliar, desenvolvimento do cloroplasto, indução do florescimento, entre outros.

Após a germinação há o crescimento e o estabelecimento da plântula. Para o crescimento do caule altas concentrações de auxina (AIA – ácido indol acético) são importantes para estimular tal resposta. E este hormônio em pequenas concentrações também estimula o crescimento da raiz. A auxina juntamente com as citocininas exercem ação na diferenciação do sistema vascular para a condução de seivas (bruta e elaborada). O cotilédone ou cotilédones são importantes nesta etapa de estabelecimento da plântula, no caso daqueles com função de reserva estas são metabolizadas nesta fase, e no caso daqueles fotossintetizantes os mesmos produzem fotossintatos importantes para o suprimento de carboidratos pela planta até o desenvolvimento dos protofilos e folhas adultas fotossinteticamente ativas.

Após o estabelecimento da plântula a organogênese vegetativa continua intensa para a formação de folhas, caule e raízes. No meristema apical do caule (MAC) as citocininas, giberelinas e brassinoesteroides, juntamente com a auxina, também desempenham papéis fundamentais para a diferenciação dos tecidos e órgãos. As auxinas são essenciais para o estabelecimento da dominância apical, com conseqüente inibição de gemas axilares, juntamente com as estrigolactonas. Já as citocininas estimulam o desenvolvimento de gemas laterais quando há remoção do MAC ou em baixas concentrações de auxina. As estrigolactonas também auxiliam na promoção das associações micorrízicas na região da rizosfera, principalmente em condições de baixa disponibilidade de fósforo e outros nutrientes.

No desenvolvimento vegetal três fases podem ser discriminadas: fase juvenil, fase adulta vegetativa e fase adulta reprodutiva. Estas são reguladas ao longo do desenvolvimento. A transição para o florescimento envolve grandes alterações no padrão de morfogênese e diferenciação celular no MAC, o que levam à produção de órgãos florais. Assim, um sistema complexo de fatores que interagem leva à floração.

Sinais gerados nas folhas são transmitidos para o MAC. A idade e talvez o tamanho da planta sejam fatores internos que controlam a evocação floral, estímulo para a formação de flores. Tal processo pode ter regulação autônoma (florescimento ocorre estritamente em resposta à fatores internos) ou regulação mediada pela percepção ambiental. Há plantas com florescimento como resposta obrigatória (qualitativa) a um conjunto específico de estímulos ou ainda a ausência de estímulos ambientais desencadeia o florescimento (resposta facultativa ou quantitativa). Dentre os estímulos ambientais destacam-se o fotoperiodismo (comprimento do dia ou noite), vernalização (períodos de frio prolongado), qualidade da luz, temperatura e estresse abiótico.

É importante destacar que plantas anuais e perenes exibem respostas/mecanismos diferentes relacionados ao ciclo de vida (curto ou longo). A percepção ambiental geralmente assegura que sementes sejam produzidas em condições favoráveis.

A expressão da competência reprodutiva da fase adulta depende de sinais de desenvolvimento e ambientais específicos. A interação entre fatores endógenos (marca-passo interno/oscilador endógeno) e a percepção dos fatores ambientais (fotoperiodismo, por exemplo) marcam os ritmos circadianos das plantas. Fotossensores presentes nas folhas (fitocromos e criptocromos) geram a indução fotoperiódica e produção de um estímulo para a iniciação do florescimento (florígeno, por exemplo), que translocado via floema segue para o MAC onde provoca a evocação floral. O fotoperiodismo também desencadeia outras respostas nas plantas, como reprodução assexual, formação de órgãos de reserva e dormência.

Hormônios como as giberelinas e o etileno (abacaxi) levam à formação de estruturas reprodutivas. Os micro-RNA's, pequenas moléculas de RNA não codificante, também representam fatores endógenos associados ao florescimento. Portanto, uma rede de genes controla o florescimento e marca a

expressão de fatores endógenos associados à produção de estruturas reprodutivas.

Após a evocação floral inicia-se a construção de flores, órgão morfológicamente diverso refletindo adaptações para a proteção dos gametófitos, atração de polinizadores, promoção de auto-polinização ou polinização cruzada, dispersão de frutos e sementes. Meristemas florais gerados a partir do MAC produzem quatro diferentes estruturas: sépalas, pétalas, estames e carpelos.

Células, órgãos ou organismos vegetais experimentam desgaste pelos efeitos do envelhecimento e/ou de estressores externos. Para decompor tecidos velhos ou danificados, ou para promover algumas rotas de desenvolvimento as plantas passam por senescência ou morte celular programada (MCP). A senescência foliar envolve a decomposição de proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos, e a redistribuição de seus componentes para áreas em crescimento. Minerais também são translocados de folhas senescentes para outros locais.

Uma rede de rotas de sinalização sobrepostas integra aportes internos e externos para regular a senescência pela expressão gênica. Os fitormônios interagem para regular a senescência foliar: promovendo ou reprimindo. Como reguladores positivos da senescência foliar temos: o etileno – a sinalização do etileno regula genes relacionados ao estresse importantes para a sobrevivência e crescimento. Este hormônio é um promotor da senescência foliar ou floral e da abscisão nos estágios finais do processo.

O ABA é um promotor, pois está presente em níveis altos em folhas senescentes. Associado ao estresse ambiental com frequência induz a senescência foliar. Antes do início da senescência o ABA induz processos de tolerância ao estresse como fechamento estomático com redução da perda de água e retardo da senescência. À medida que a folha envelhece o ABA inibe o fechamento estomático aumentando a desidratação do órgão e acelerando a senescência. O ácido jasmônico (AJ) é mais relacionado à senescência floral do que foliar. O etileno, ABA e AJ são intensificadores do processo de senescência foliar e não desencadeadores.

Os brassinoesteroides atuam como reguladores globais do desenvolvimento foliar. O ácido salicílico, fitormônio fenólico, regula muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento, bem como, respostas a estresses

bióticos e abióticos. Atua no início da senescência foliar, bem como, em sua progressão.

Como reguladores negativos da senescência foliar podemos citar as citocininas, giberelinas e auxina. As citocininas exercem papel repressor universal da senescência em plantas pela mobilização de nutrientes e alteração das relações fonte-dreno. Giberelinas são hormônios repressores de senescência. Altas concentrações de auxina estimam a produção de etileno que tem efeito positivo na senescência, apesar disso evidências mostram que a auxina é um regulador negativo da senescência foliar. A abscisão, ou seja, desprendimento de folhas, flores, frutos e outras partes da planta ocorre em camadas celulares denominadas zonas de abscisão. Níveis altos de auxina mantêm o tecido intacto e quando os níveis caem os efeitos do etileno promovem a abscisão.

Este resumo tenta expor de modo integrado a multiplicidade de fatores que controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Contudo, muito ainda precisa ser estudado e elucidado visando compreender como as plantas percebem o meio e interagem com este.