

PARTE I

Crescimento/desenvolvimento do sistema caular:
sinalização hormonal e dominância apical



Profa. Dra. Helenice Mercier

Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal

Ano 2020

Contextualizando...

- A vida na Terra depende da energia derivada do sol.
- Fotossíntese é o único processo de importância biológica que capta essa energia.
- Mesófilo das folhas: tecido fotossintético mais ativo onde estão localizados cloroplastos/clorofilas

Contextualizando...

- Fotorreceptores: reações de sinalização a partir da luz incidente. Geram fotorrespostas.
- Sinalização em longa distância: sinal transmitido das folhas às raízes que coordena o desenvolvimento radicular e a captação de nutrientes (N)

Objetivos da aula

- Conhecer :
- os principais fatores que modificam a arquitetura do sistema caular;
- Como ocorre o crescimento e o alongamento da parte aérea;
- Identidade do meristema apical caular;
- Formação do sistema vascular;
- O que é dominância apical e o controle hormonal do crescimento das gemas laterais;
- Sinalização em longa distância da parte aérea para as raízes
- Coordenação do crescimento vegetativo como um todo.

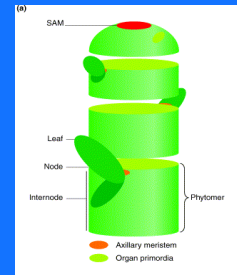
Arquitetura do sistema caular

Modificações na posição, tamanho e forma dos fitômeros (porção contendo caule, folha, gema lateral).

Modificação do padrão de ramificação – crescimento das gemas laterais.



CRESCIMENTO ABERTO por REPETIÇÃO DE MÓDULOS (Fitômeros)



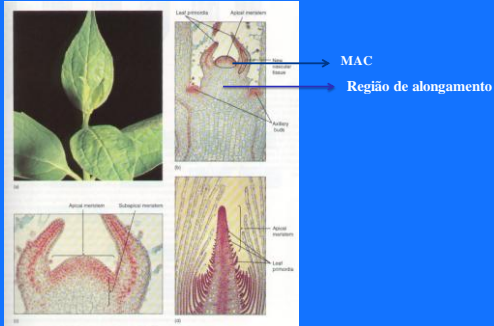
Crescimento do feijoeiro: reconhecer os fitômeros se repetindo

https://www.youtube.com/watch?v=xrkuEncbn0g&ab_channel=NaturezaemMovimento

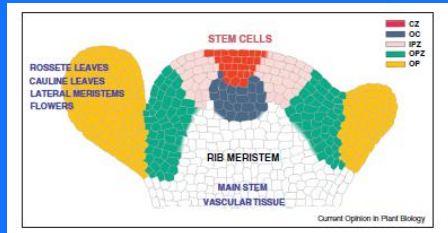
Como e onde ocorre o crescimento do eixo caular?

DIVISÃO CELULAR
ALONGAMENTO CELULAR

CRESCIMENTO ABERTO: Meristema Apical Caulinar (MAC)



Regiões do Meristema Apical Caulinar (MAC)



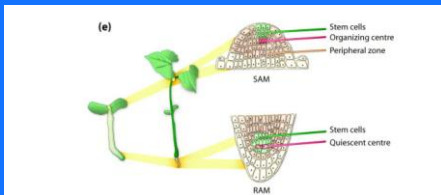
Zona central: células-tronco (vermelho e azul)

Zona periférica: diferenciação órgãos laterais (rosa e verde)

Zona medular: diferenciação do caule e tecido vascular (branco)

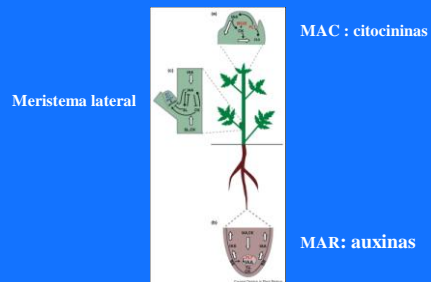
Current Opinion in Plant Biology 2012, 15: 10-16

NICHOS DE CÉLULAS TRONCO NO VEGETAL



LOCALIZAÇÃO ESPECÍFICA – ZONA CENTRAL DO MERISTEMA
CÉLULAS COM CAPACIDADE DE AUTO-RENOVAÇÃO
(NÃO SE DIFERENCIAM estruturalmente)

Antagonismo do controle hormonal sobre as céls-tronco: MAR e MAC



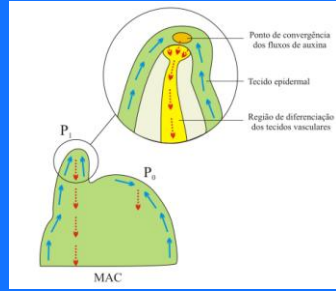
IDENTIDADE DO MAC: ALTA TAXA Citocininas/AIA



Localização dos primórdios foliares: ALTA TAXA AIA/Citocininas

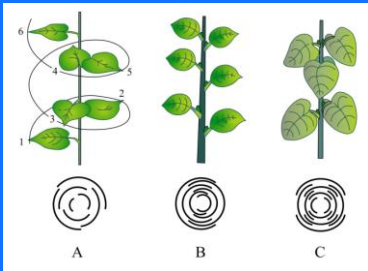


FORMAÇÃO DAS NOVAS FOLHAS e da VASCULARIZAÇÃO



KERBAUY 2008

PADRÕES DE FILOTAXIA

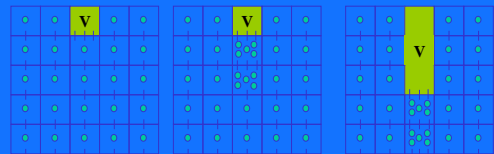


ESPIRAL

ALTERNADA

OPOSTA CRUZADA

KERBAUY 2008

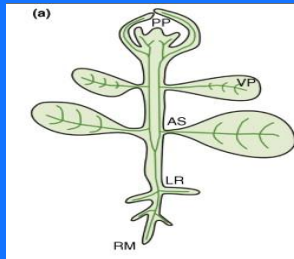


VASCULARIZAÇÃO: HIPÓTESE DA CANALIZAÇÃO DO SINAL

Kerbauly (ed.) Fisiologia Vegetal, 2ª ed. 2008

DIFERENCIAÇÃO DO TECIDO VASCULAR

- SINALIZAÇÃO POR AUXINAS



PARTE 2

Crescimento/desenvolvimento do sistema caulinar:
sinalização hormonal e dominância apical



Profª. Dra. Helenice Mercier

Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal

Ano 2020

Objetivos da aula

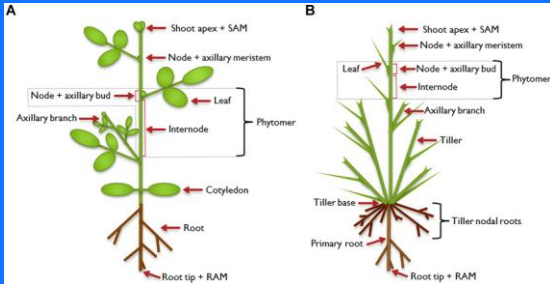
- Conhecer :
- os principais fatores que modificam a arquitetura do sistema caulinar;
- Como ocorre o crescimento e o alongamento da parte aérea;
- Identidade do meristema apical caulinar;
- Formação do sistema vascular;
- O que é dominância apical e o controle hormonal do crescimento das gemas laterais;
- Sinalização em longa distância da parte aérea para as raízes
- Coordenação do crescimento vegetativo como um todo.

PLASTICIDADE DO DESENVOLVIMENTO VEGETAL

NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES



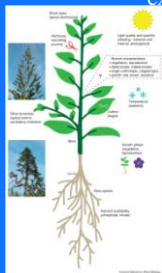
Padrões de ramificação: monocot e eudicot



Front. Plant Sci. 2015 vol 6: 1-18

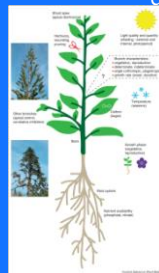
- <https://www.youtube.com/watch?v=dyeUjv0X0I4>

Controle da ramificação: fatores internos (FI) e externos (FE)



- FI: disponibilidade de fotoassimilados
- e "status" nutricional

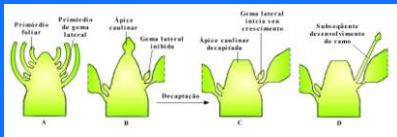
Controle da ramificação: fatores internos (FI) e externos (FE)



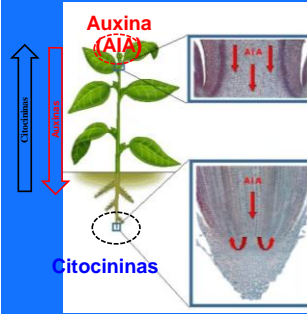
- FE: baixa razão entre V/VE; baixa intensidade luminosa;
- quantidade de nutrientes no solo; herbivoria;
- manipulação pelo homem

DOMINÂNCIA APICAL

- INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DA GEMA LATERAL PELA APICAL
- SINALIZAÇÃO HORMONAL EM LONGA DISTÂNCIA: AIA, CITOCININAS, ESTRIGOLACTONAS CONTROLAM O CRESCIMENTO



Os fluxos de auxinas e citocininas na planta



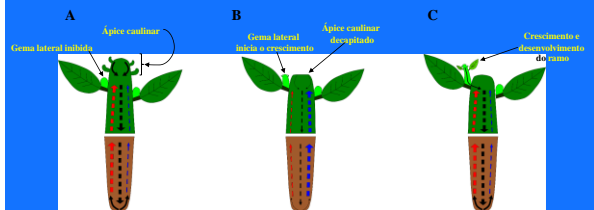
Funções das Citocininas:

- 1) Quebra da dominância apical
- 2) Ativa expansinas específicas de folhas;
- 3) Diferenciação de cloroplastos/clorofilas;
- 4) Divisão celular
- 5) Informação sobre o "status" de N

DOMINÂNCIA APICAL: EVIDÊNCIAS MAIS RECENTES ENCONTRADAS EM MUTANTES DE *ARABIDOPSIS* com FENÓTIPO SUPER RAMIFICADO

1) AIA INDUZIRIA NAS RAÍZES OU CAULE A SÍNTESE DE UM HORMÔNIO, **ESTRIGOLACTONA**, QUE LIMITA A PRODUÇÃO DE PINI NA REGIÃO DO PÉCIOLO E INIBE O CICLO CELULAR

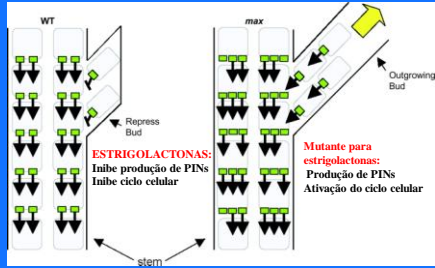
2) AIA AGIRIA INDIRETAMENTE, INIBINDO SÍNTESE DE CITOCININAS NAS RAÍZES OU NO PRÓPRIO NÓ



Auxina: ————
 Estrigolactona: - - - -
 Citocinina: ————

SINALIZAÇÃO HORMONAL DA DOMINÂNCIA APICAL

Kerbauy (ed.) Fisiologia Vegetal, 3ª ed. 2019



Ongaro, V. et al. J. Exp. Bot. 2008 59:67-74; doi:10.1093/jxb/erm134
Model for MAX pathway function through the regulation of auxin transport capacity

IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DAS RAMIFICAÇÕES PARA A AGRICULTURA

AUMENTO DO Nº DE FLORES ou FRUTOS



CRISÂNTEMO



KALANCHOE





Coordenação do crescimento vegetativo como um todo

Sinalização raiz-eixo caulinar-raiz

“Status” de C regula o “status” de N
Taxa C/N

Iluminação do eixo caulinar promove o crescimento radicular
Como as raízes sabem que a parte aérea está bem iluminada?

Figure 36.3 Page 700

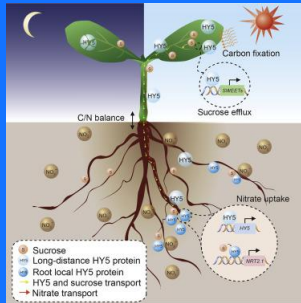
The shoot system produces carbohydrates (etc.) by photosynthesis. These solutes are transported to the roots in the phloem tissue.

Translocation

The root system removes water and minerals from the soil environment. These solutes are transported to the shoot in the xylem tissue.

Transpiration

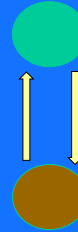
Sinalização eixo caulinar- raízes além da sacarose, proteína HY5



HY5 AUMENTA O CRESCIMENTO DA RAIZ E A ABSORÇÃO DE NITRATO

Chen et al. 2016

EXERCÍCIO: indique as principais sinalizações em longa distância entre
1) parte aérea e raiz
2) raiz e parte aérea
levando em conta disponibilidade de nutrientes no solo (N) e de luz incidente sobre as folhas



Referências bibliográficas

- Shaping plant architecture (2015): Frontiers in Plant Science vol 6 article 233
- The control of shoot branching: an example of plant information processing (2009) 32: 694-703.
- Regulation of axillary shoot development (2014) 17: 28-35.
- Shoot-to-root mobile transcription factor HY coordinates plant carbon and nitrogen acquisition (2016) Current Biology 26: 1-7.
- Shoot-Root Communication in flowering plants (2017) Current Biology 27: R973-R978