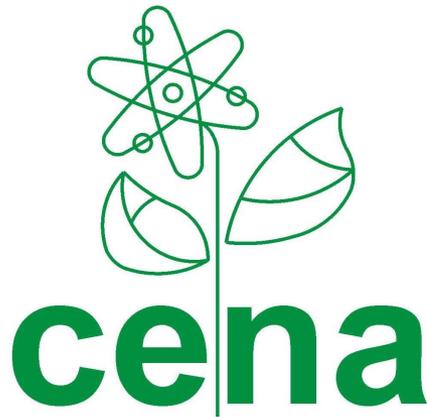
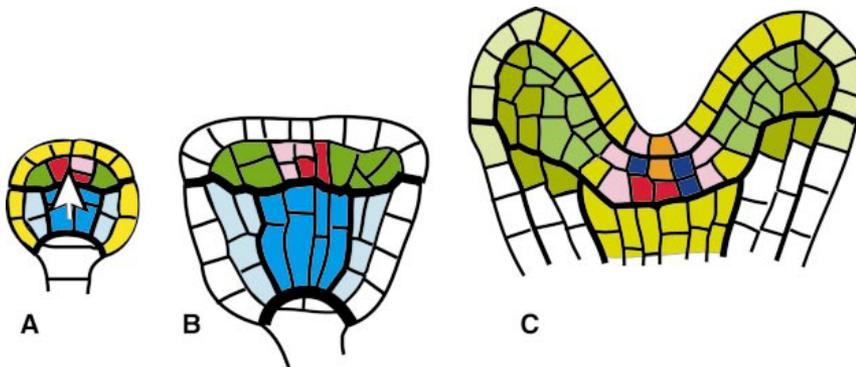


LCB011 - Fisiologia Vegetal

Aula 3 Desenvolvimento



Crescimento e Diferenciação do Meristema Apical Caulinar



Auto manutenção e formação de novos primórdios.



PLATE XI.—*Coffea arabica* (Coffee). (From Jackson: *Experimental Pharmacology and Materia Medica*.)

Meristema Apical Caulinar

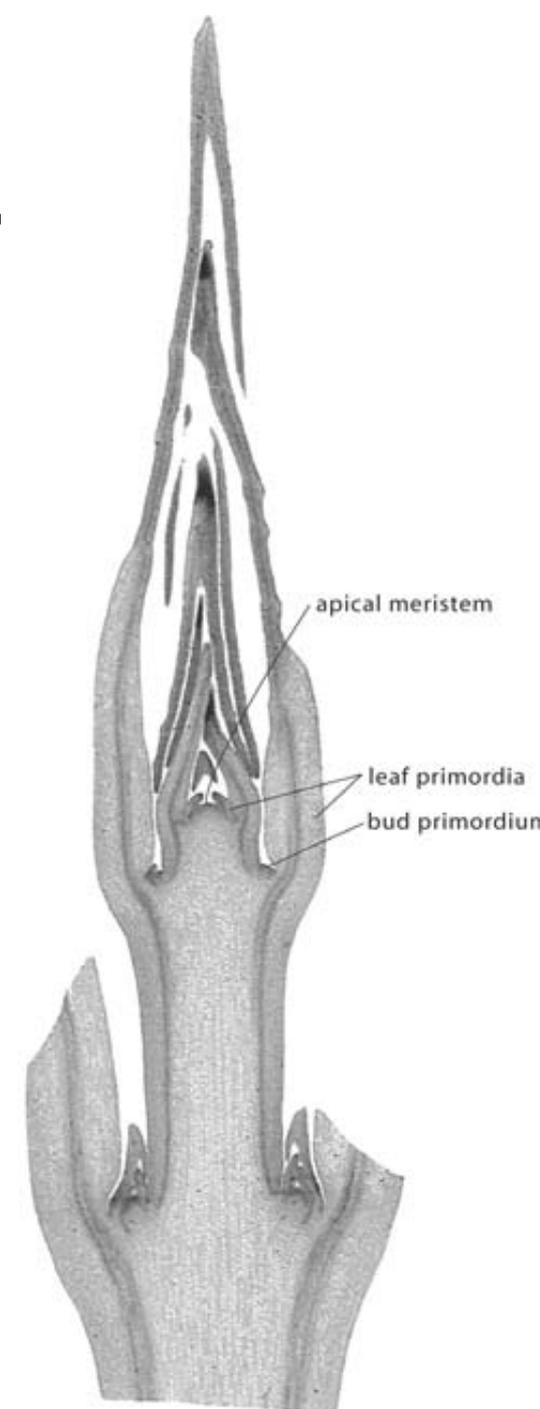
O ápice é formado não só pelo meristema , mas também pelos tecidos de transição:

> Protoderme, ground e o tecido provascular.

Além disso, há os primórdios de folha.

E abaixo, as gemas laterais.

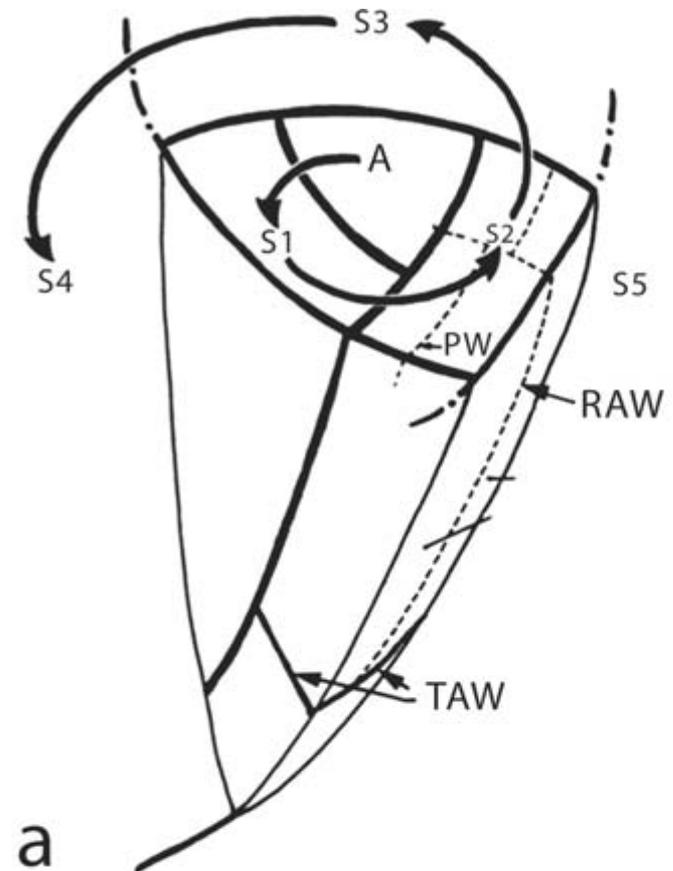
apical dome



Crescimento e Diferenciação do Meristema Apical Caulinar

Formato das células:

- Formato triangular
- Padrão – sucessão helicoidal em 3 níveis



S1–S5

TAW – parede anticlinal transversal

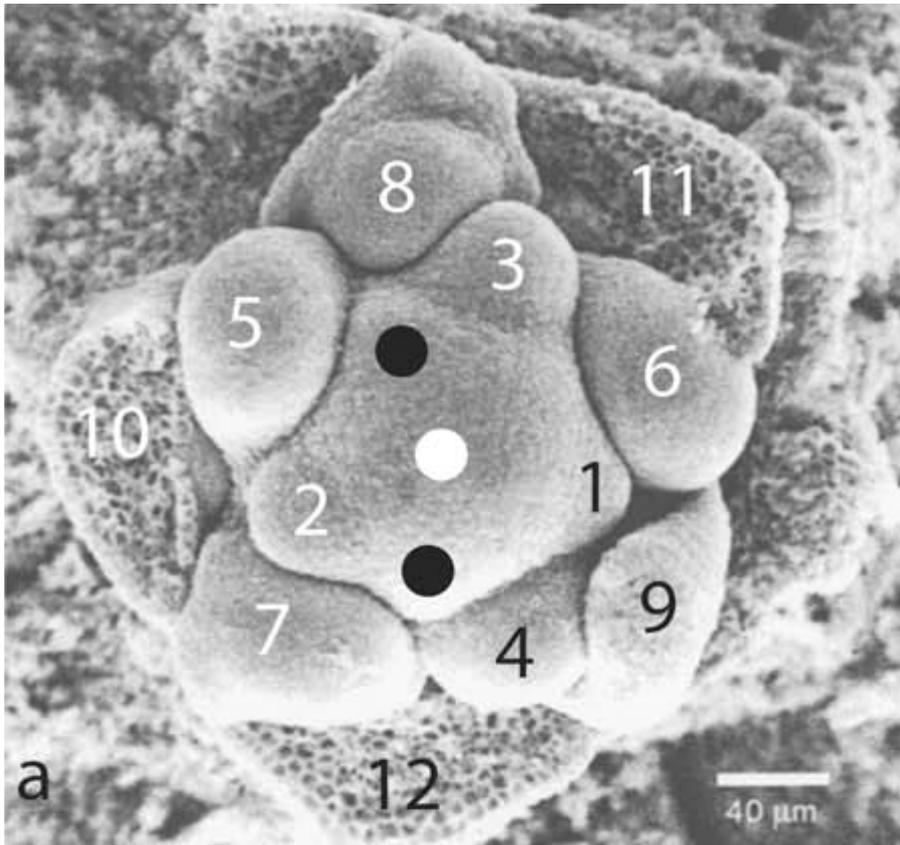
RAW - parede anticlinal radial

PW – parede periclinal

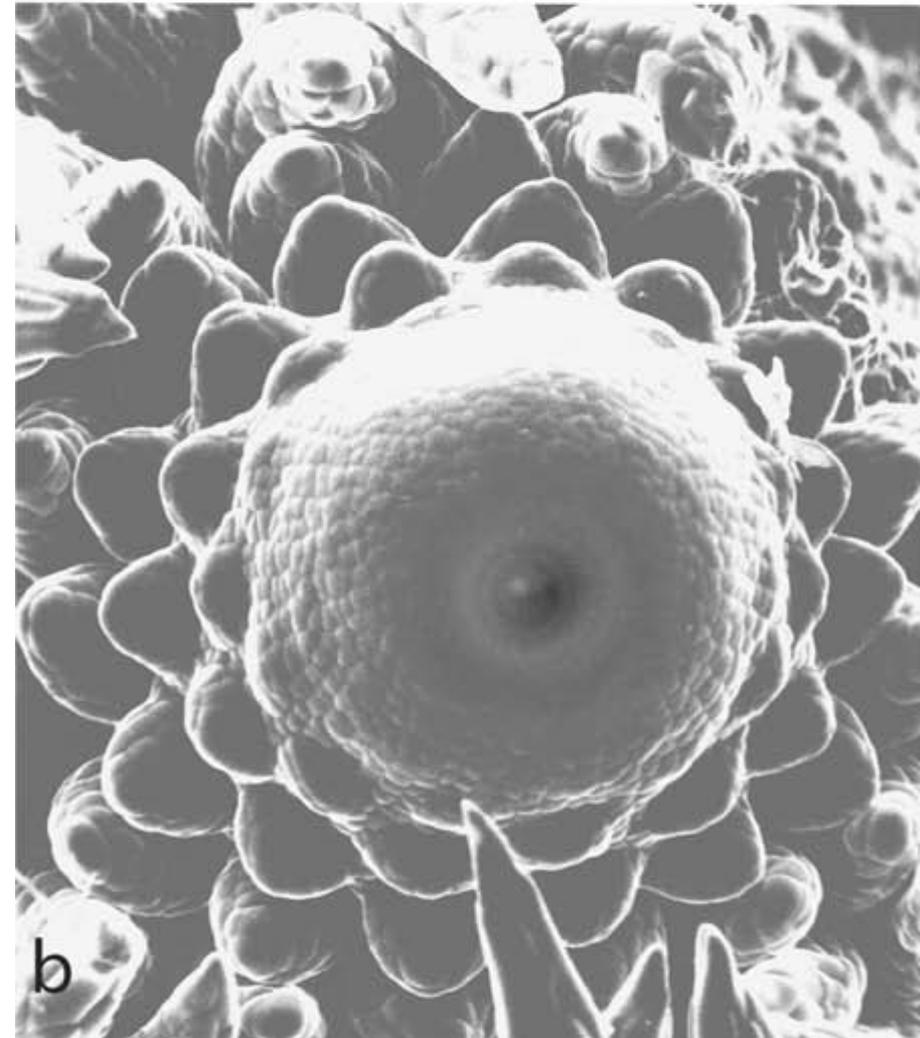
Arabidopsis thaliana

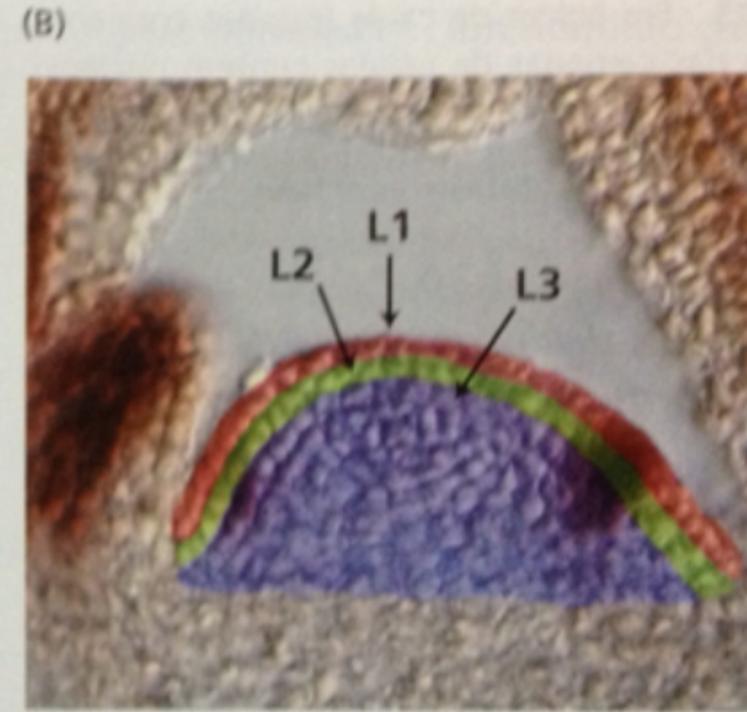
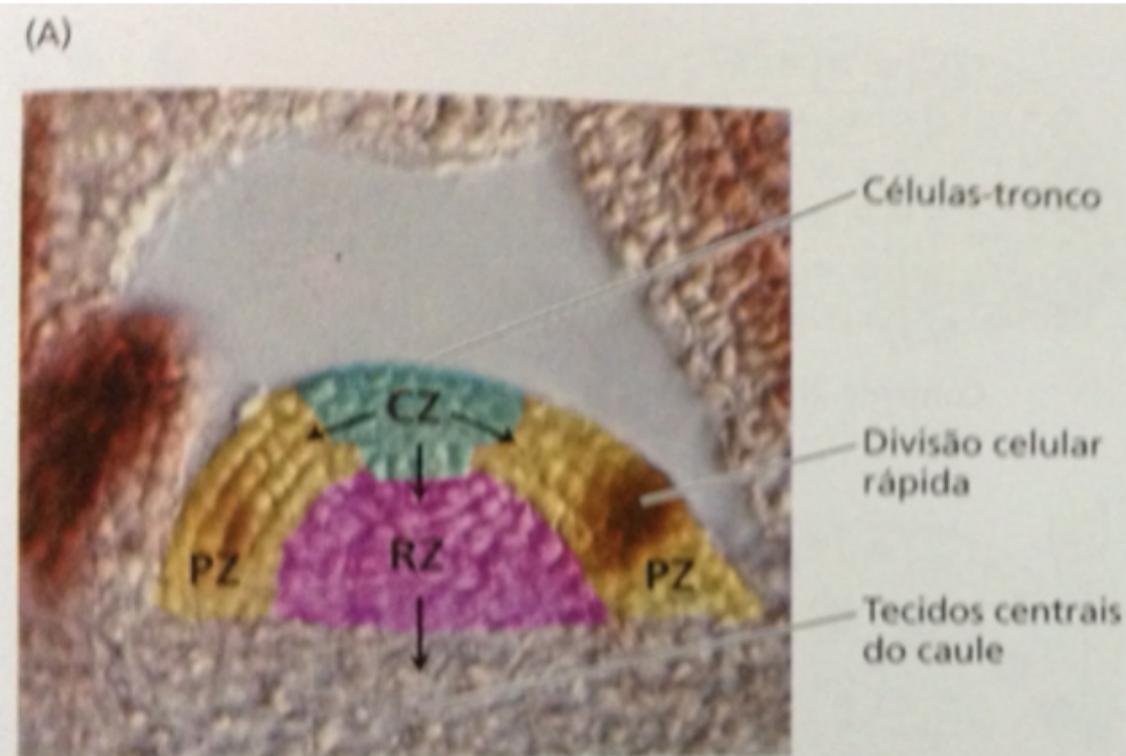
Hélice!

Pontos pretos – próximos primórdios



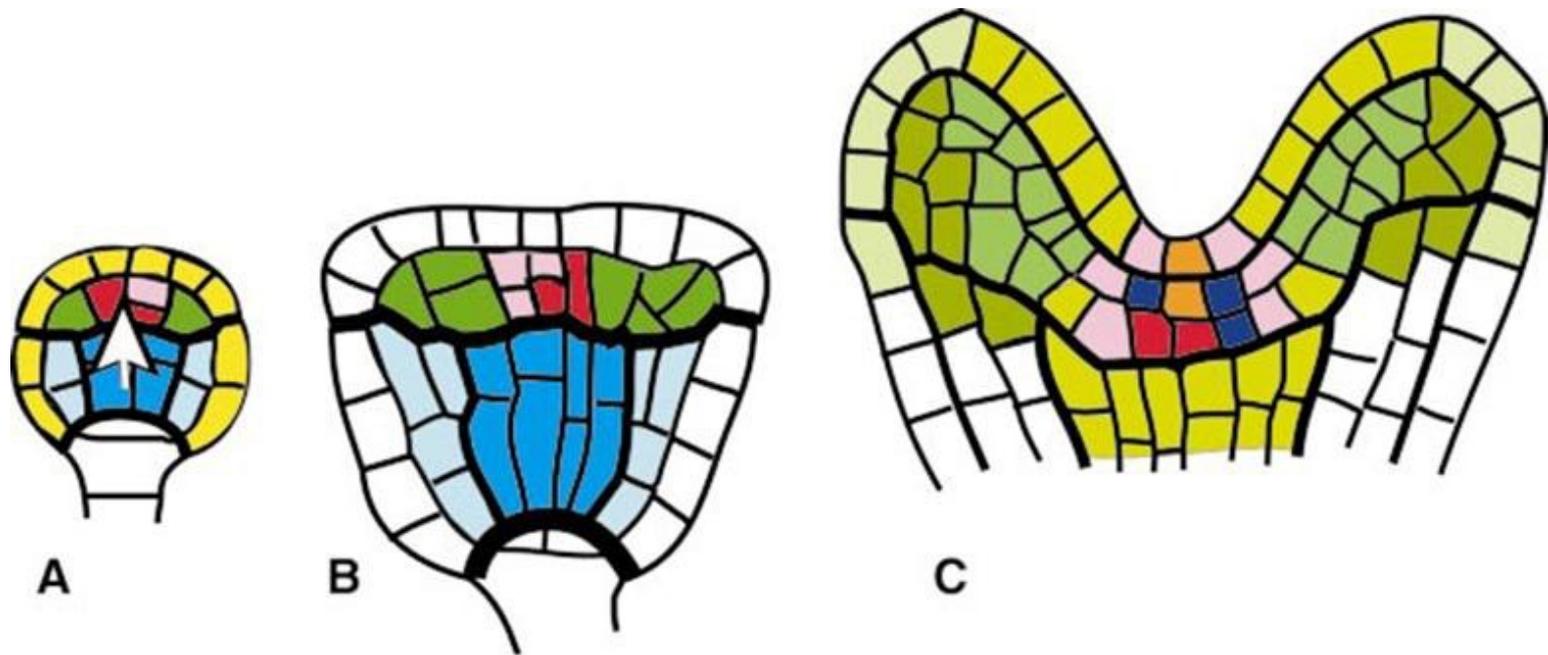
Lycopodium sp.





- Rib meristem** - Zona medular - células em divisão para gerar tecidos internos do caule
- Central Zone** - Zona central - Células com divisões pouco frequentes, centro organizador.
- Peripheral Zone** zona periférica - Células com citoplasma denso que se dividem mais frequentemente para gerar órgão laterais.
- L1 e L2** se dividem anticlinalmente, enquanto **L3** divisões aleatórias mas organizadas.

Origem do meristema apical caulinar



AIML1

SCR

SHR, ZLL/PNH

STM

WUS, STM

ANT, ASI, FIL

REV

CLV3, STM

CLV1, STM

ASI, ANT, REV

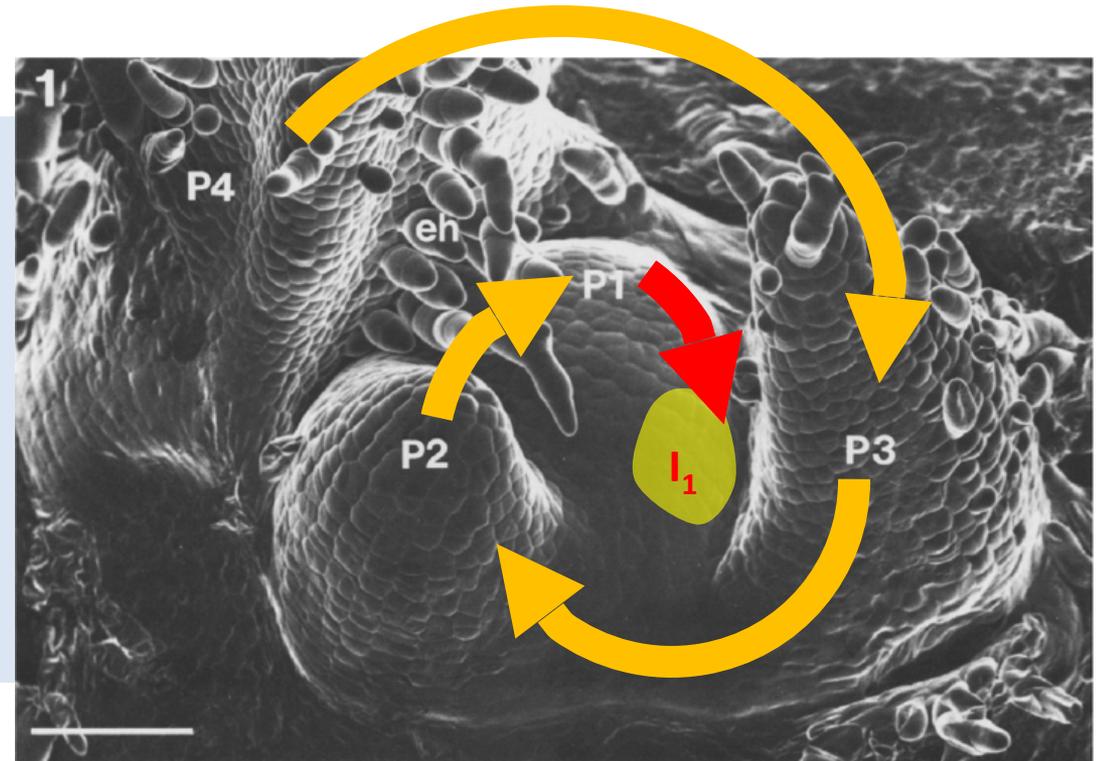
ASI, ANT, FIL, YAB3

FIL, YAB3

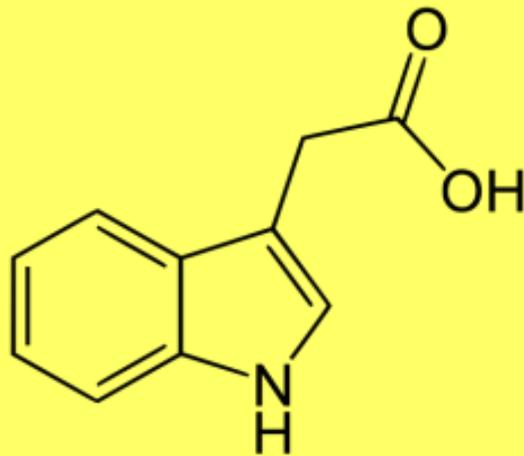
Spiral Phyllotaxis development

Leaf primordia are numbered P_1 , P_2 etc from youngest to oldest

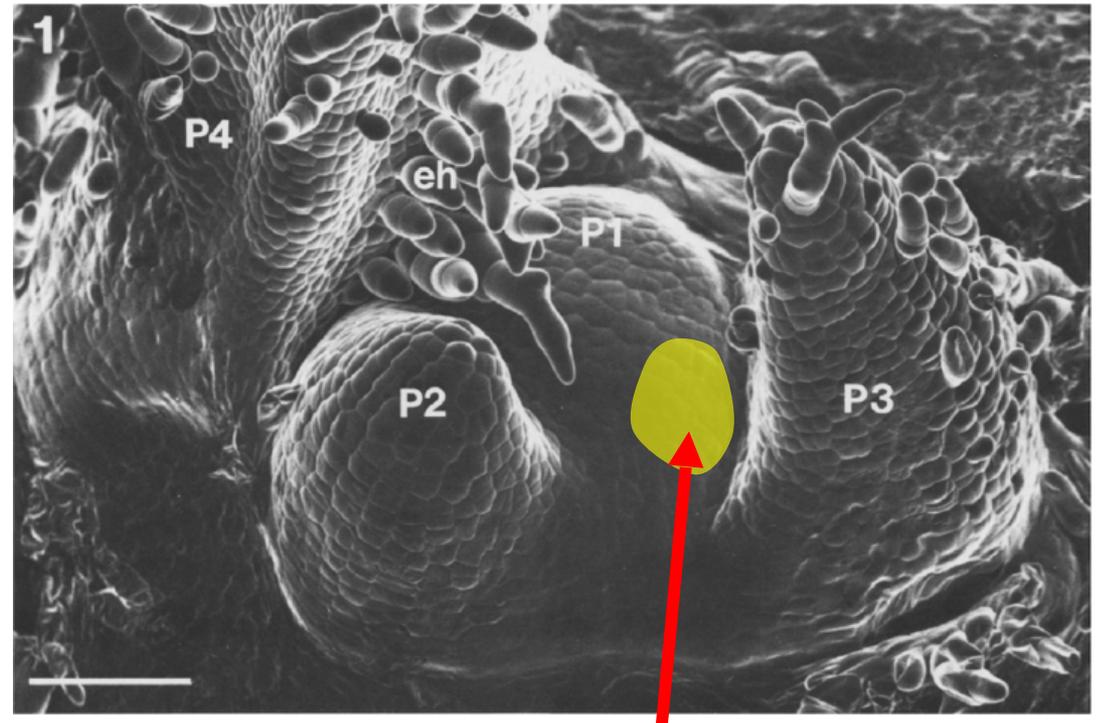
The next leaf to form is called the incipient primordium, I_1



Um pico de auxina precede o desenvolvimento dos primórdios



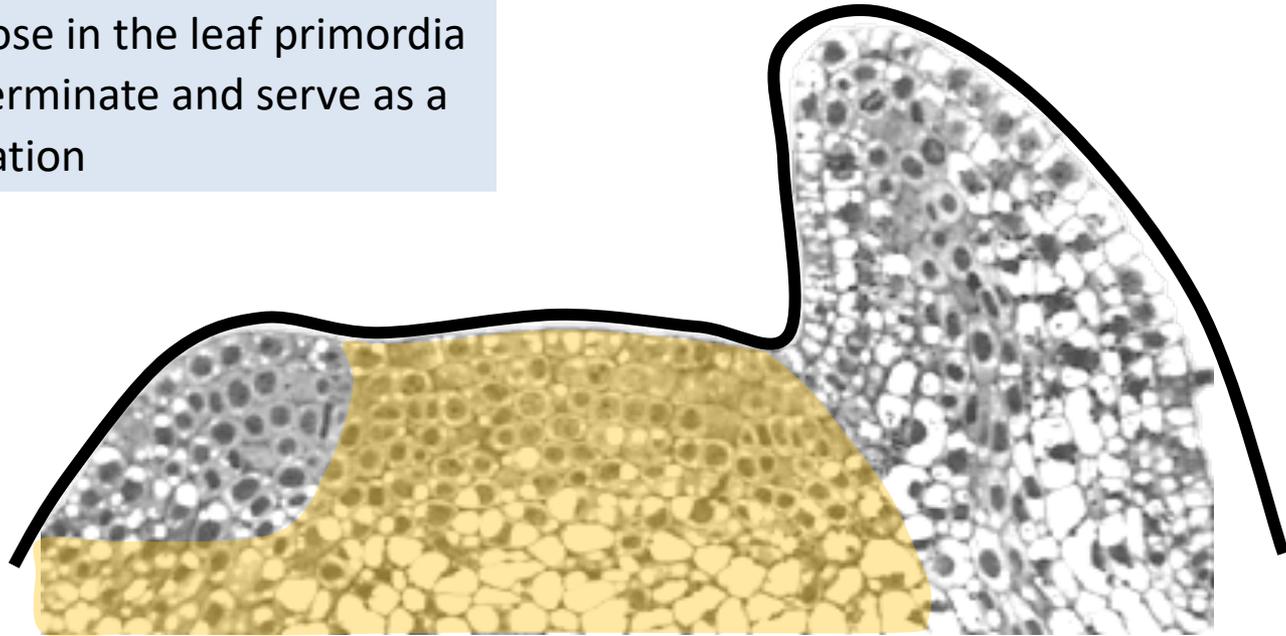
Indole-3-acetic acid (IAA) a naturally occurring auxin



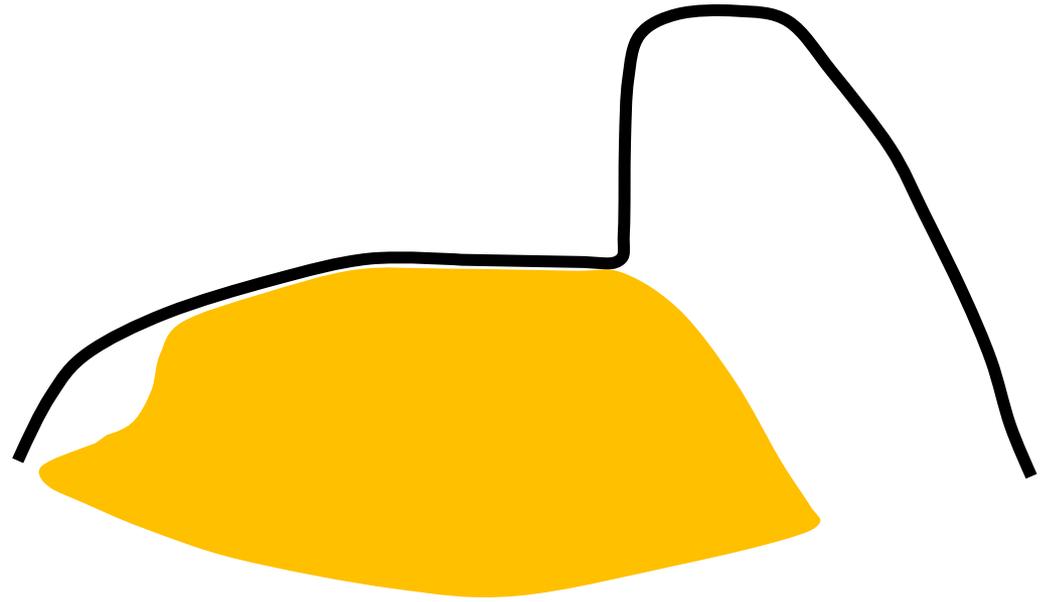
Auxin accumulation precedes leaf initiation

As células no meristema se mantêm indiferenciadas

- Cells in the meristem are functionally distinct from those in the leaf primordia
- They are indeterminate and serve as a stem-cell population



Os genes *KNOX1* mantêm o estado indeterminado

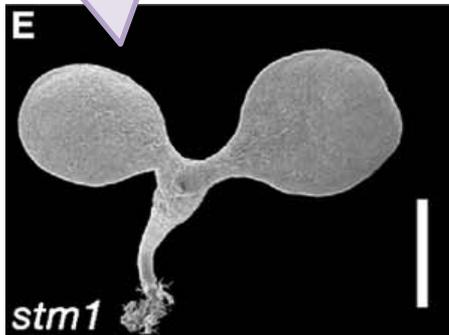


Class I *KNOX* genes (*KNOX1*)

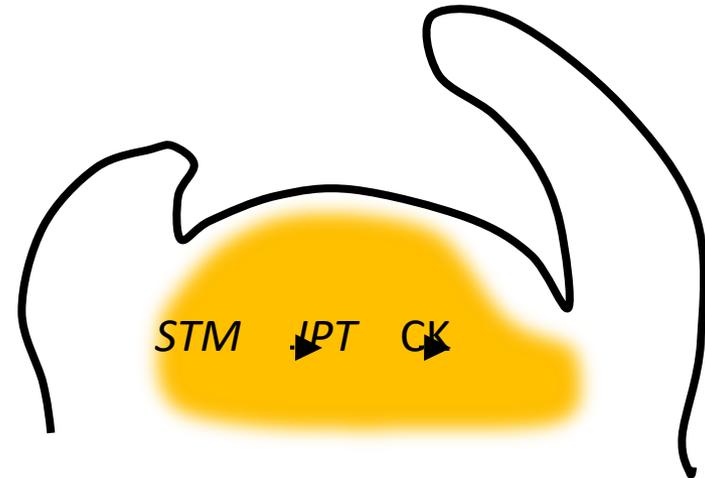
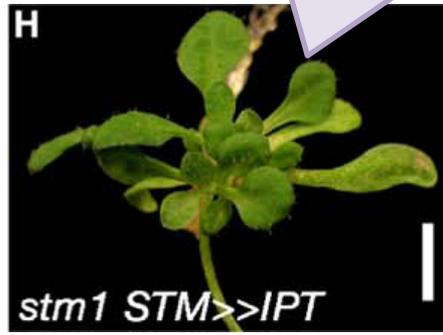
- (*KNOX* means *Knotted*-like homeobox)
- Encode **transcription factors**
- Expressed in meristem
- Not expressed in incipient primordia
- Help maintain indeterminate growth

KNOX1 atua estimulando a Síntese de Citocininas

Arabidopsis
stm1 mutant

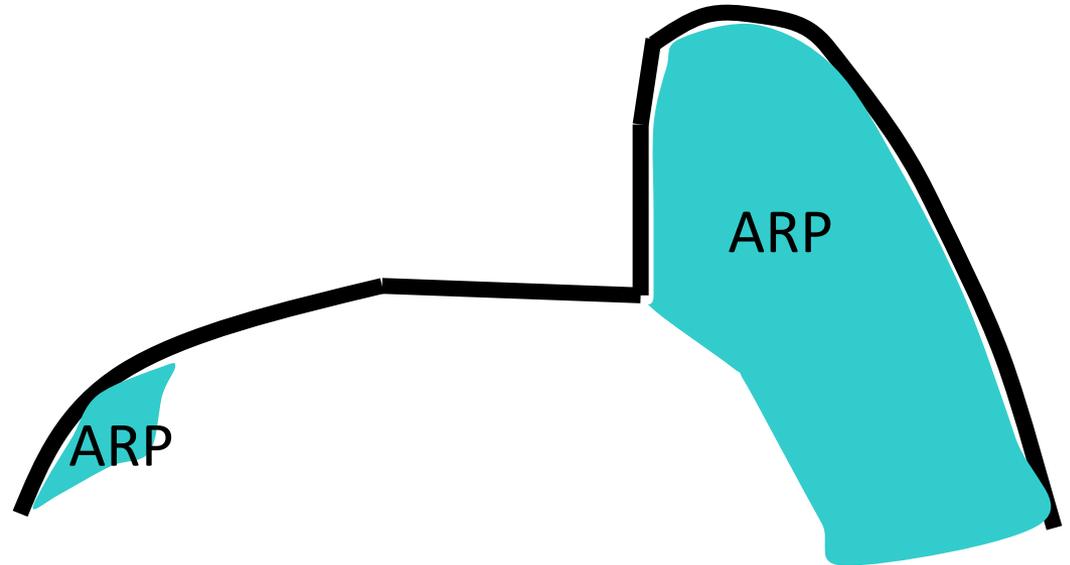


stm1 mutant expressing
IPT from *STM* promoter



The *shootmeristemless1* mutant (*stm1*) fails to initiate a shoot apical meristem. This mutant can be rescued by cytokinin (CK) application or by expression of the cytokinin-biosynthesis *IPT* gene at the SAM. *STM* is a transcription factor that induces expression of an *IPT* gene

Genes primórdio específicos promovem a diferenciação

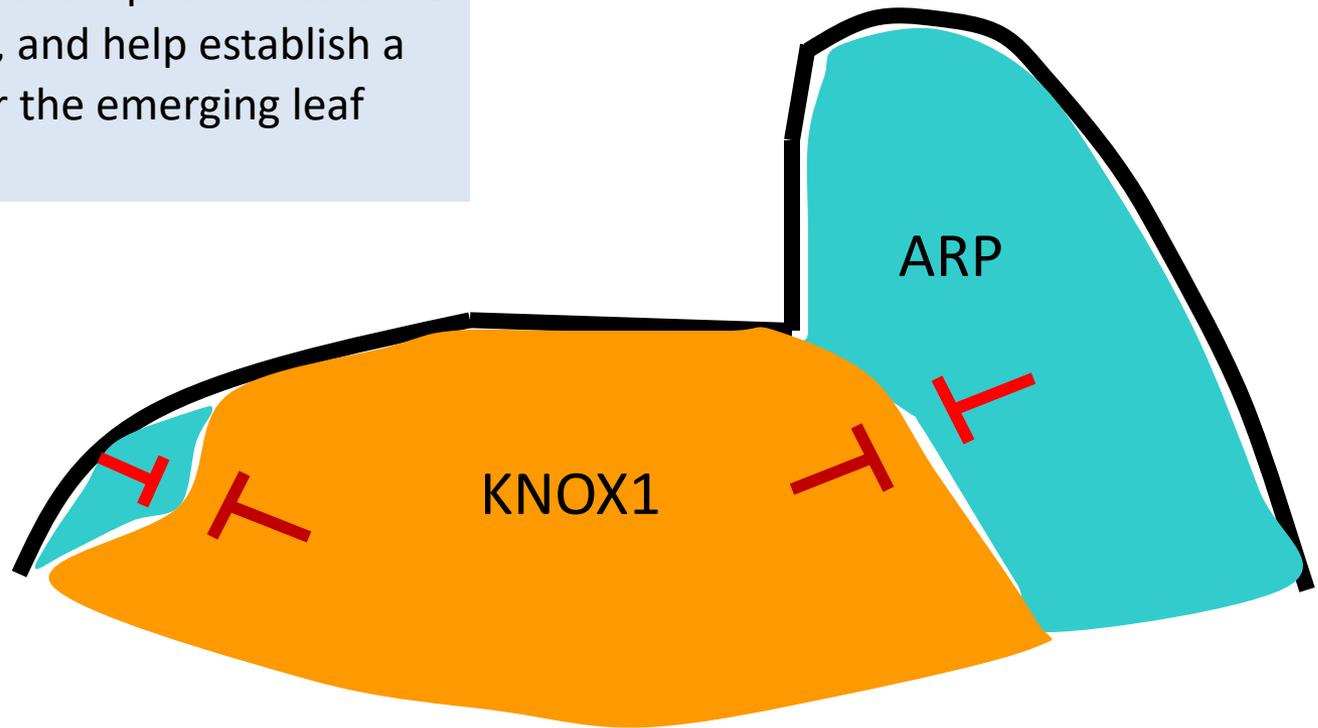


ARP genes

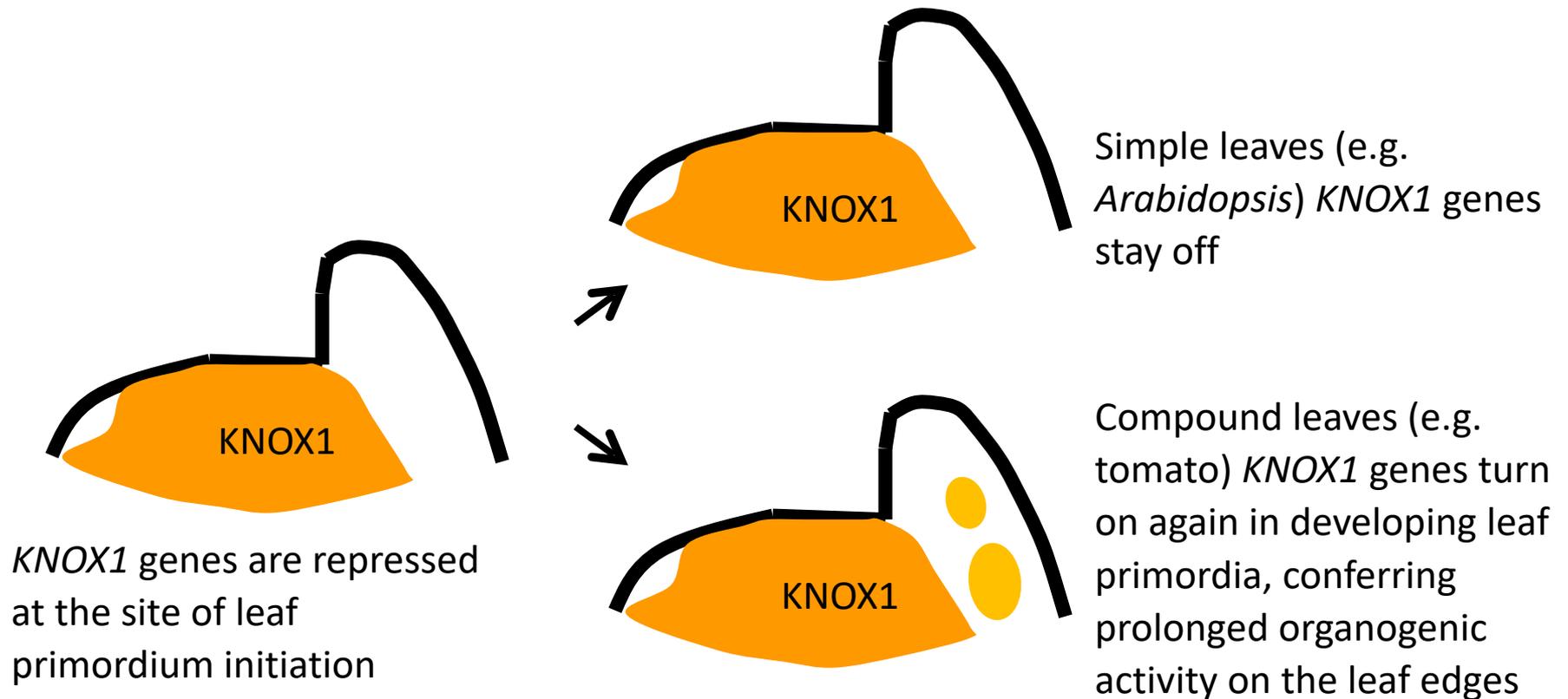
- “ARP” is derived from three genes, *ASYMMETRIC LEAF1*, *ROUGH SHEATH2*, and *PHANTASTICA*
- ARP genes encode MYB transcription factors
- Expressed in cells of leaf primordia
- Promote determinate growth and differentiation

As atividades de ARP e KNOX1 são antagonistas

The two classes of transcription factors are mutually repressive, and help establish a separate identity for the emerging leaf primordium



Os genes KNOX1 tem um papel recorrente no desenvolvimento foliar



Tomato

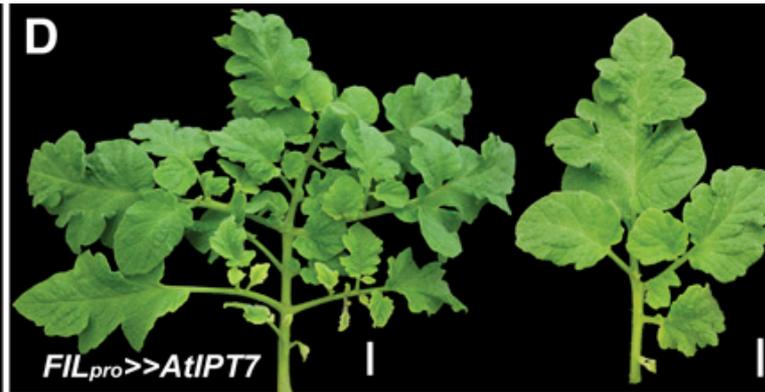
Leaf 6

Leaflet



Leaf 6

Leaflet



Leaf 6

Leaflet



Increased CK expression in the leaf margins leads to increased leaf complexity

Decreased CK expression in the leaf margins leads to decreased leaf complexity

The control of leaf shape is dependent on *Knotted1-like homeobox (KNOX1)* gene function, which positively regulates CK biosynthesis. CKs can partially substitute for *KNOX1* function.

Desenvolvimento vascular

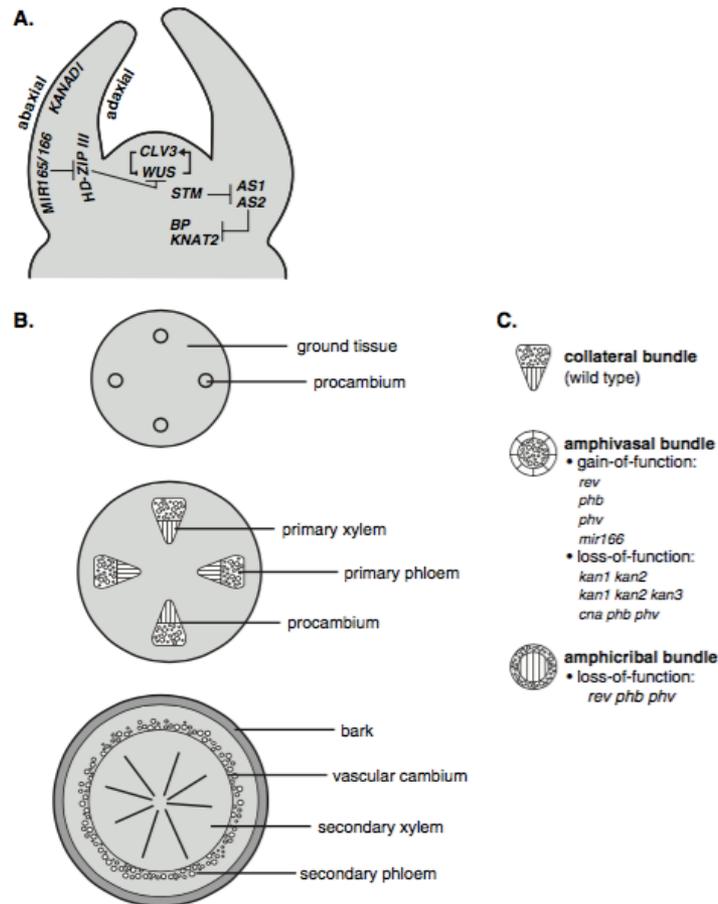
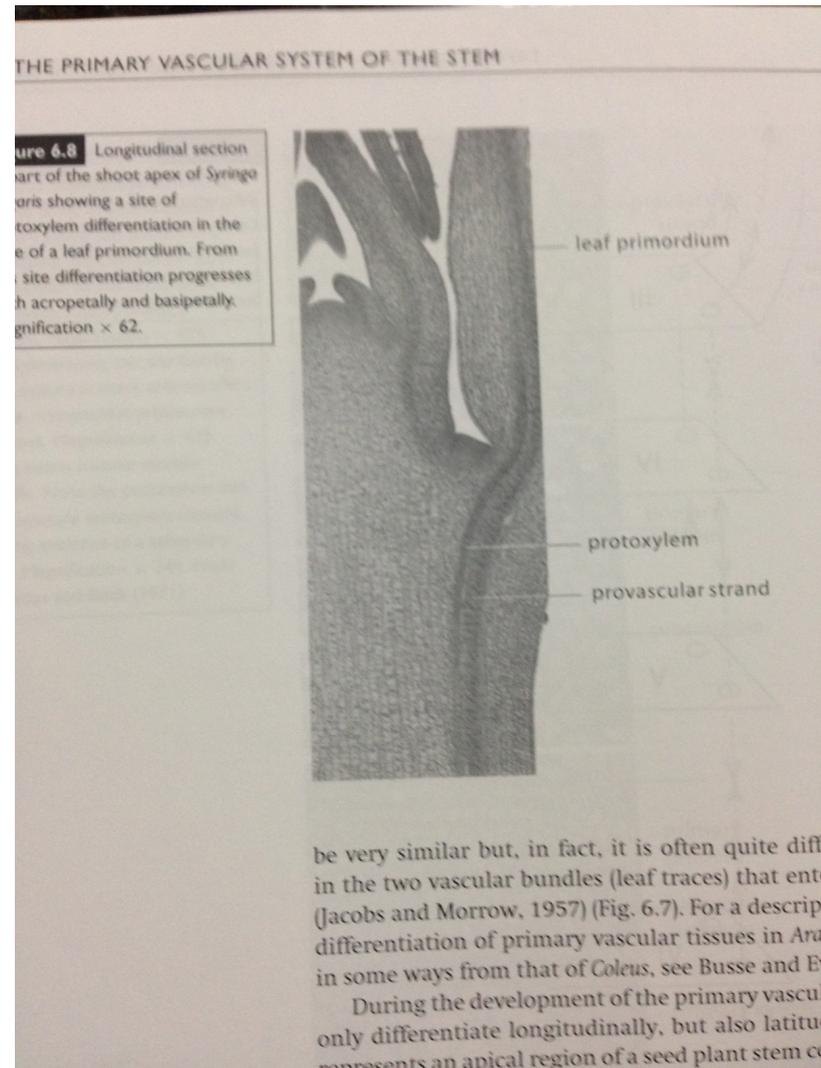
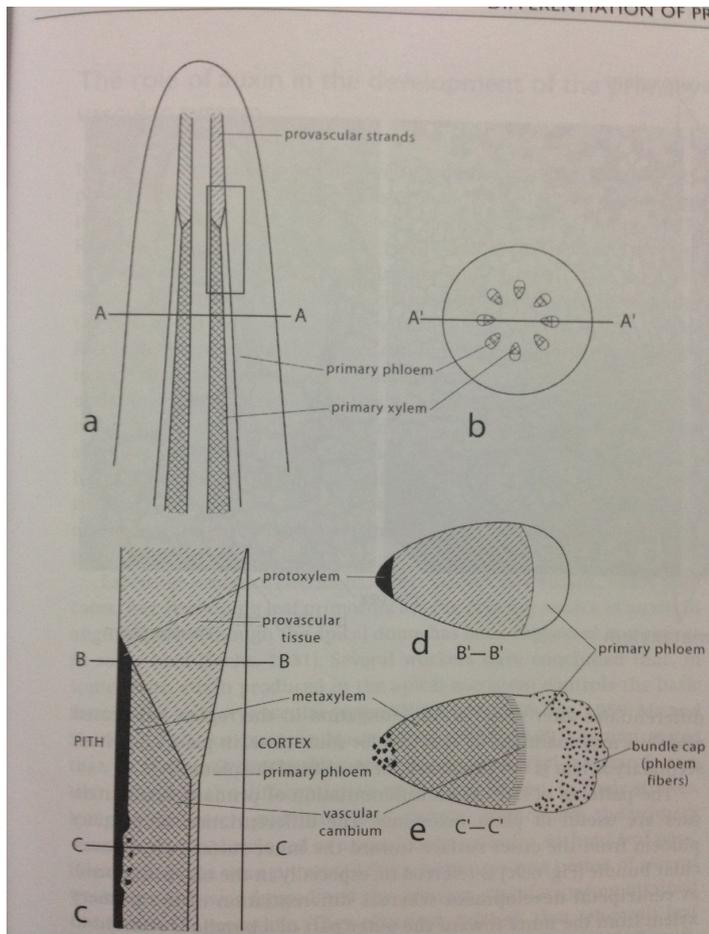
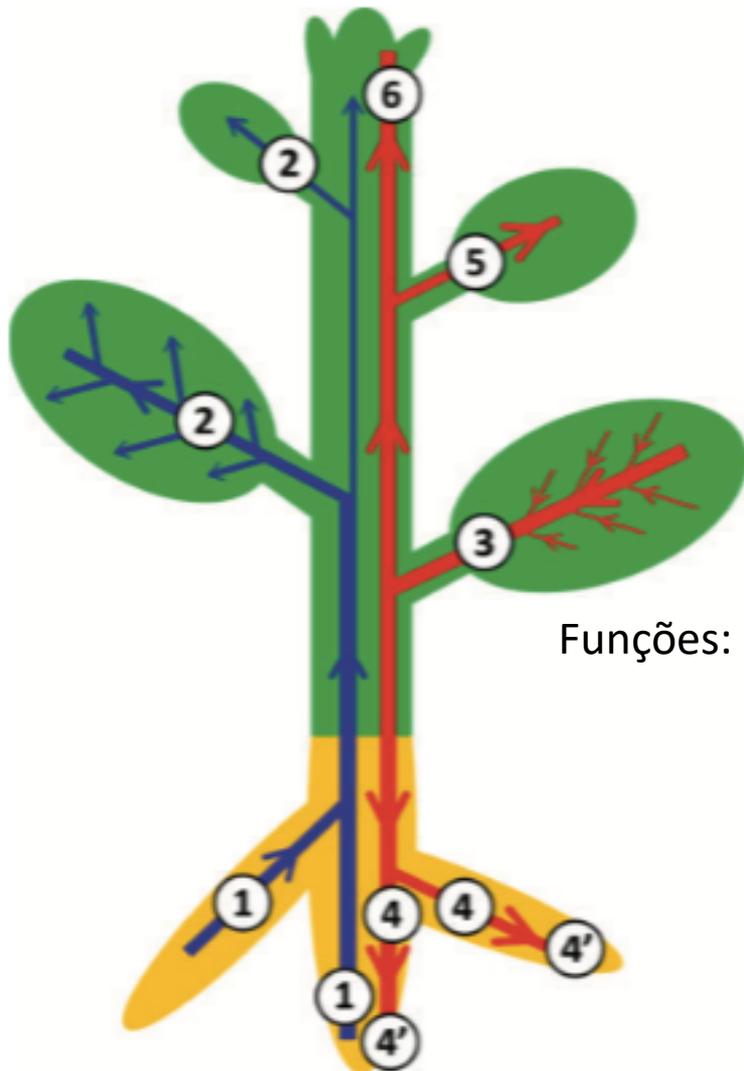


Fig. 1. Schematic outline of relevant molecular determinants involved in the specification of adaxial/abaxial patterning during the early organ differentiation from the *Arabidopsis* SAM and during vascular bundle formation. For the references, see text. (A) In a functional SAM, the stem cell fate is maintained by the *CLV-WUS* feedback loop. *STM*, which is expressed throughout the meristem, is down-regulated in founder cells and is proposed to restrict differentiation by repressing *AS* genes. The *AS* gene products maintain the repressed state of *BP* and *KNAT2* during leaf development. *HD-ZIP III* gene activity maintains adaxial/xylem differentiation and their expression is repressed by *miR165/166* expressed in the abaxial domain of developing leaves. *KANADI* activity promotes abaxial/phloem tissue differentiation. (B) Stem development stages in angiosperms. A cross-section beneath the SAM shows procambial strands within ground tissue that represents an early stage in primary stem development. At completion of primary growth, procambial cells produce xylem and phloem forming the vascular bundles. The transition from primary to secondary growth is associated with the formation and functioning of vascular cambium originating from procambium within the vascular bundles and from parenchyma cells in the interfascicular region. (C) Patterns of phloem and xylem within vascular bundles. Collateral bundles are formed in WT and amphivasal and amphicribal bundles in mutants of several genes that are involved in abaxial and adaxial specification.

Desenvolvimento vascular

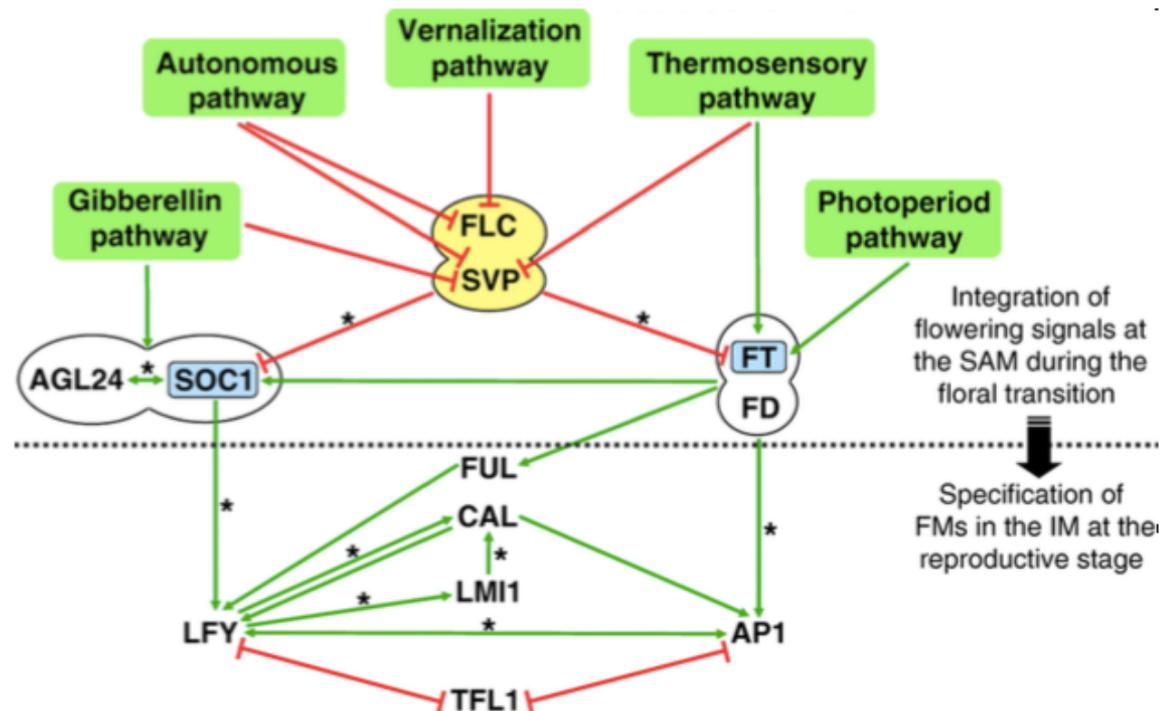
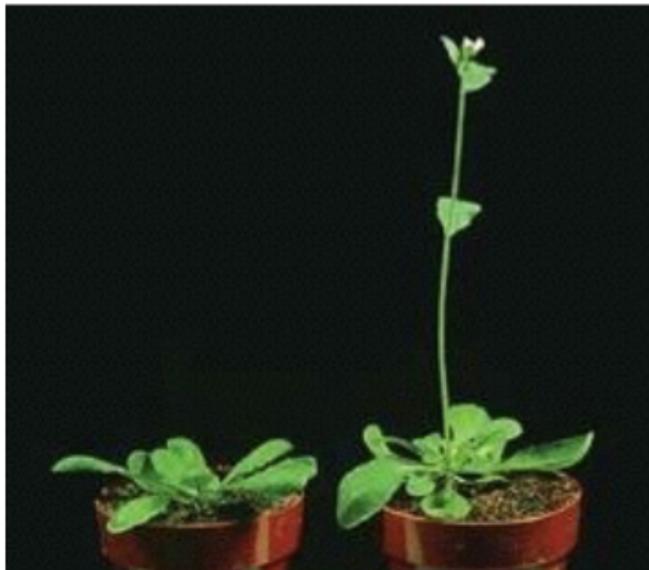


Desenvolvimento vascular

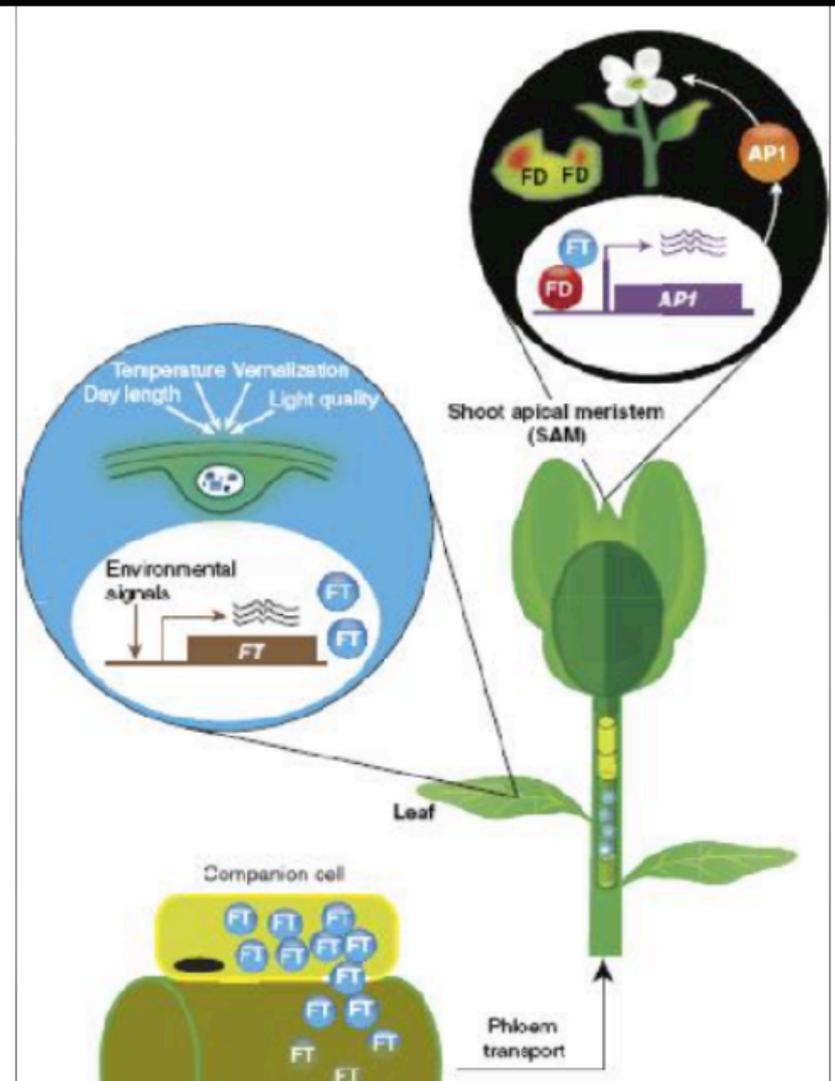


- transporte de água
- transporte de nutrientes
- transporte de açúcares
- distribuição de nutrientes
- distribuição de produtos da fotossíntese
- transporte de sinais a longa distância

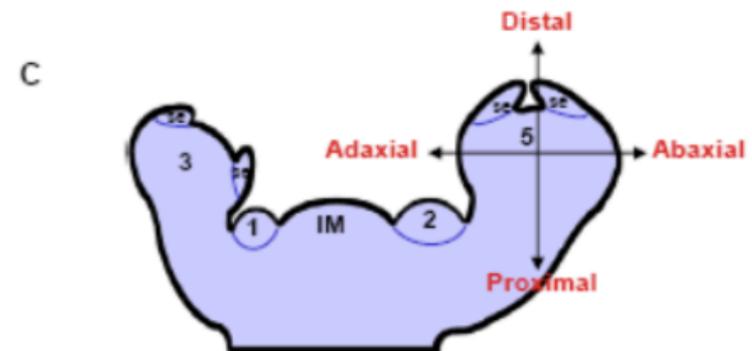
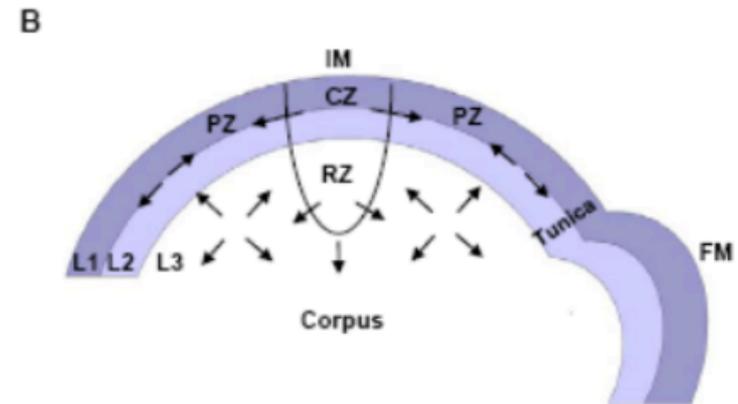
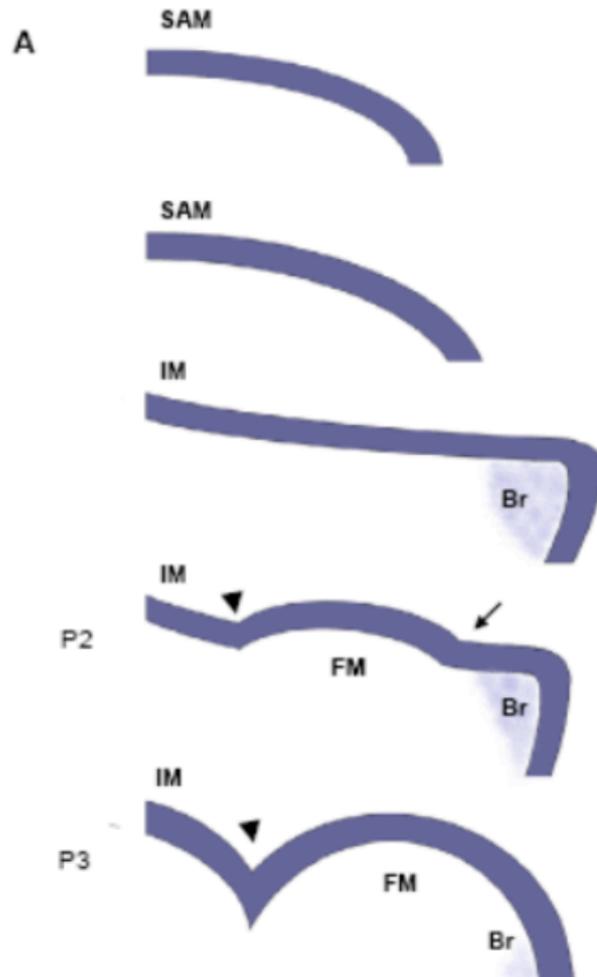
Transição do estado vegetativo ao estado floral



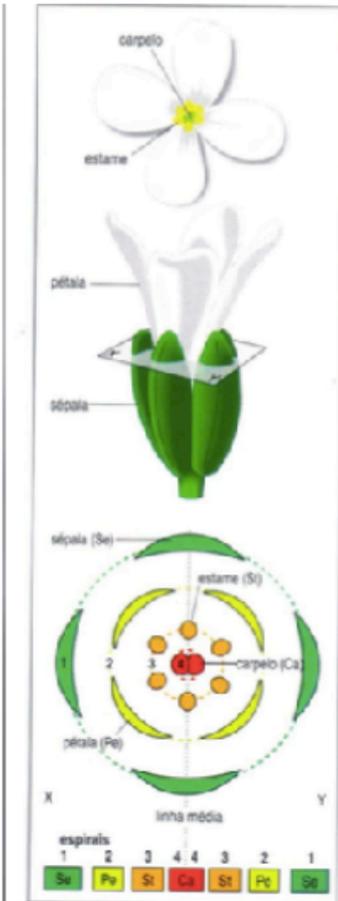
Transição a floração



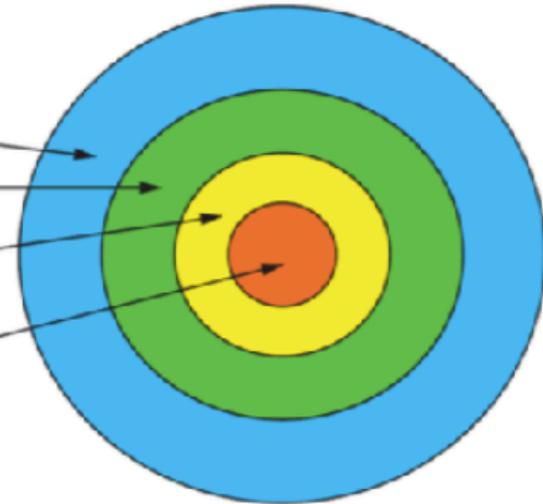
Meristema apical vegetativo, da inflorescência e da flor



Verticilos concentricos estabelecem a arquitetura da flor

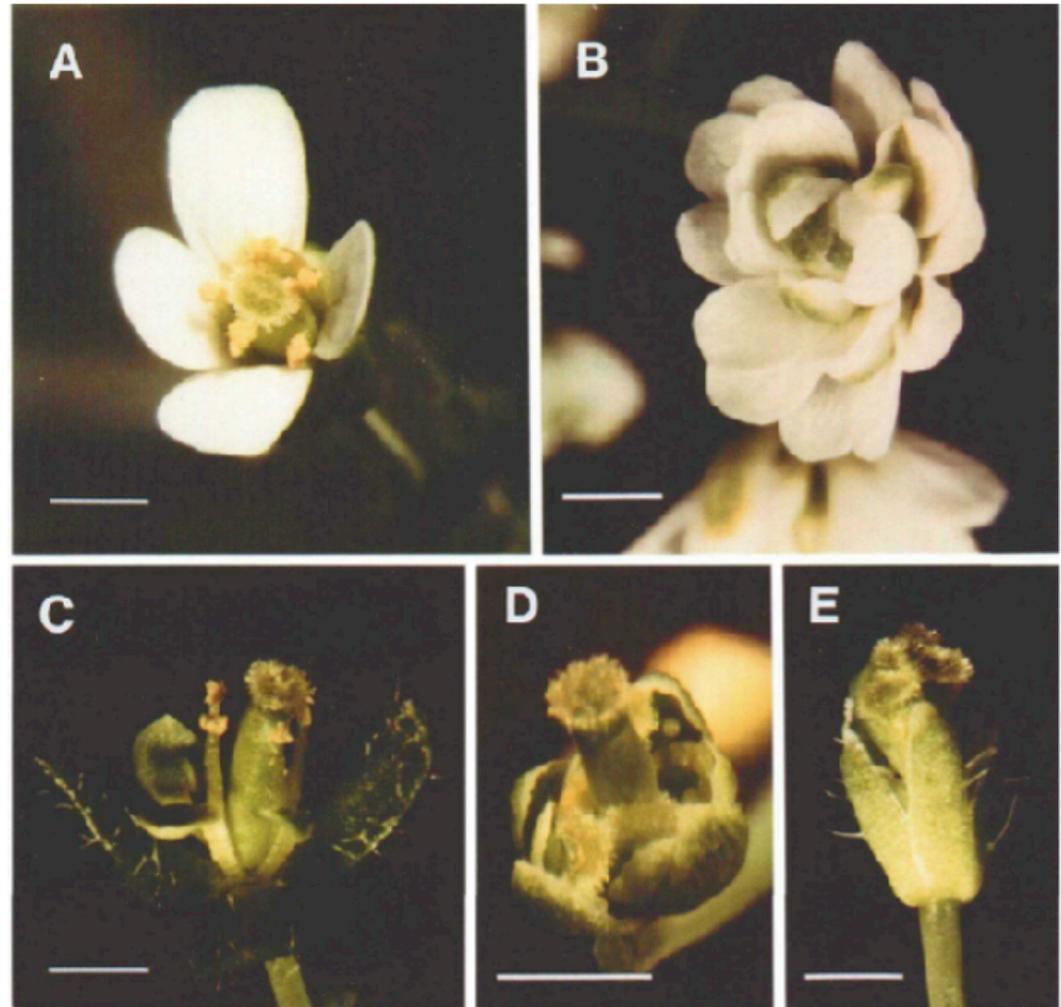


1. Whorl 1: Sepals,
2. Whorl 2: Petals
3. Whorl 3: Stamen
(male reproductive organs)
4. Whorl 4: Carpels
(female reproductive organs)

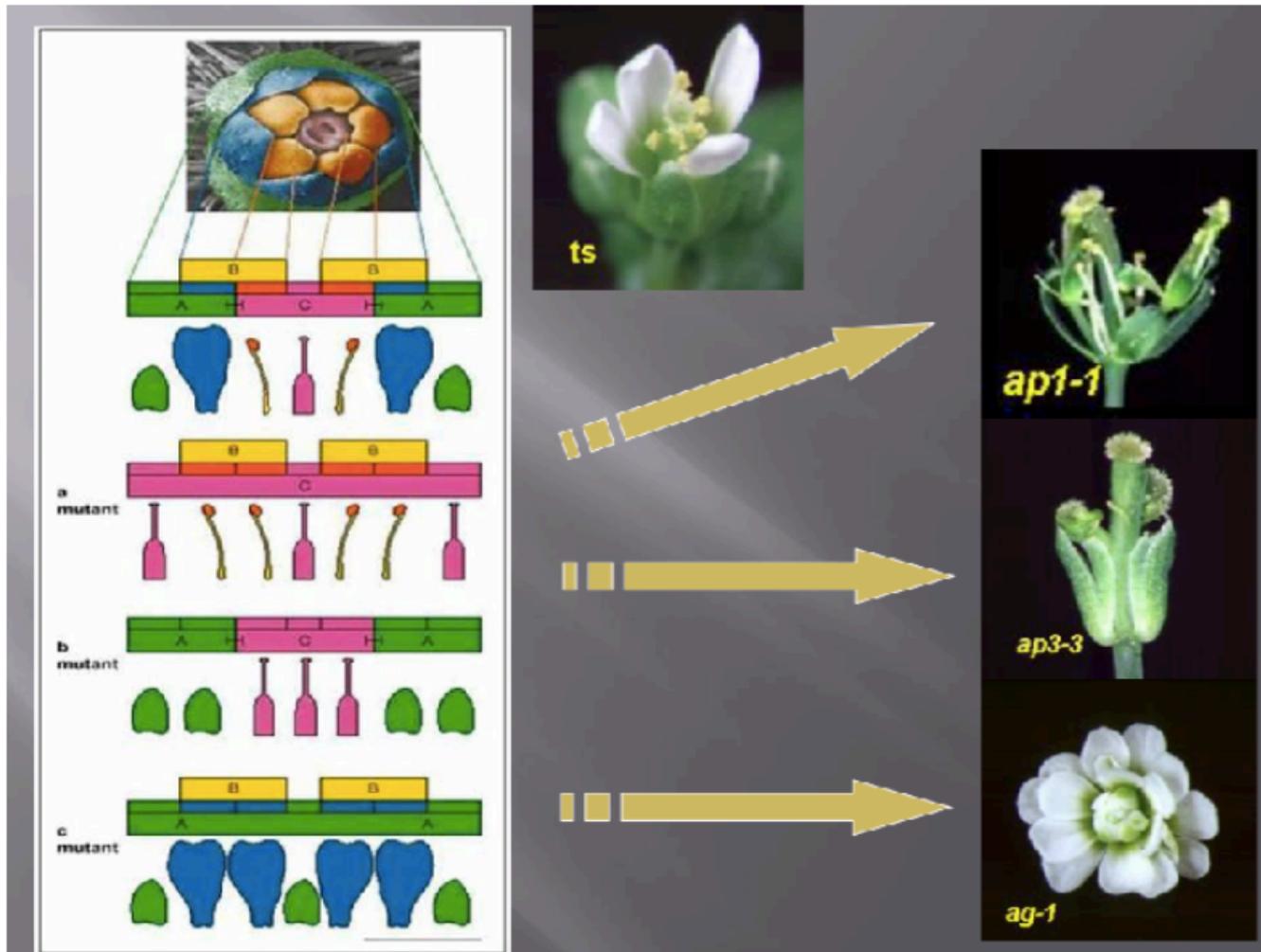


Identificação de mutantes cujos órgãos apareciam na disposição errada

- A - Wt
- B - *agamous*
- C - *apetala2*
- D - *apetala3*
- E - *pistillata*

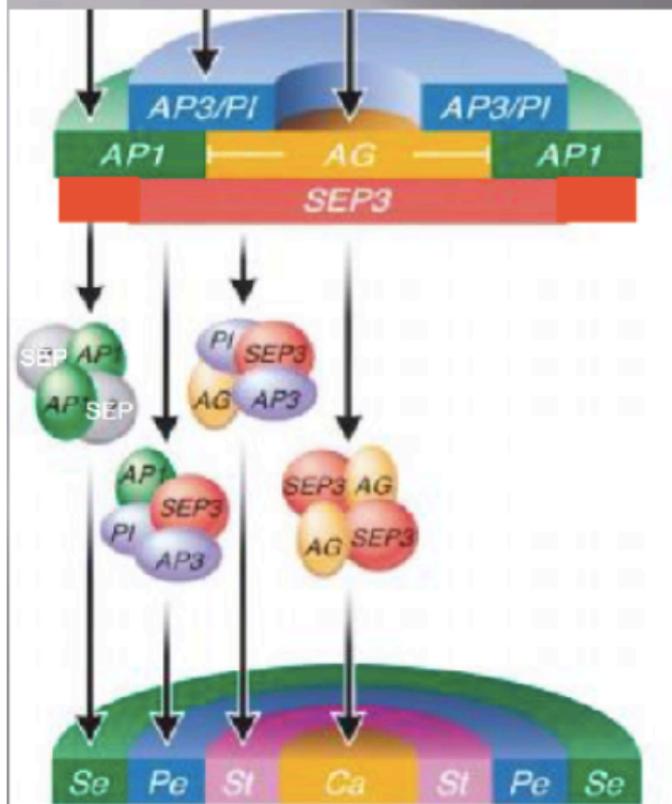


Modelo ABC e mutantes homeóticos

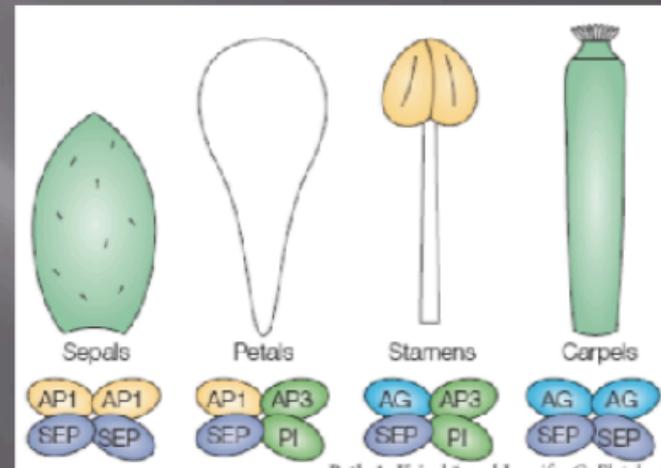


Teoria dos quartetos

Modelo “Quartet”

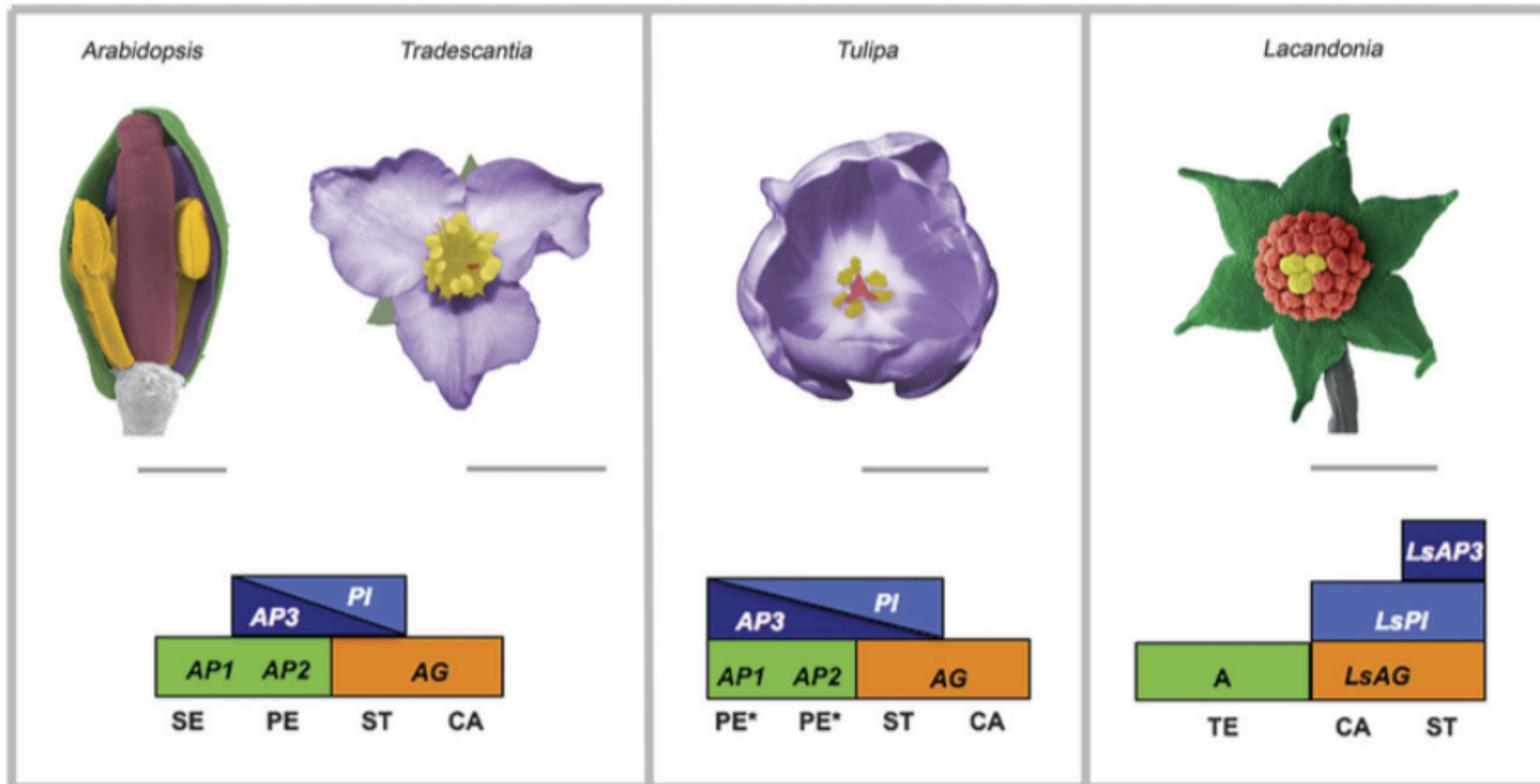


Jan U. Lohmann¹ and Detlef Weigel¹



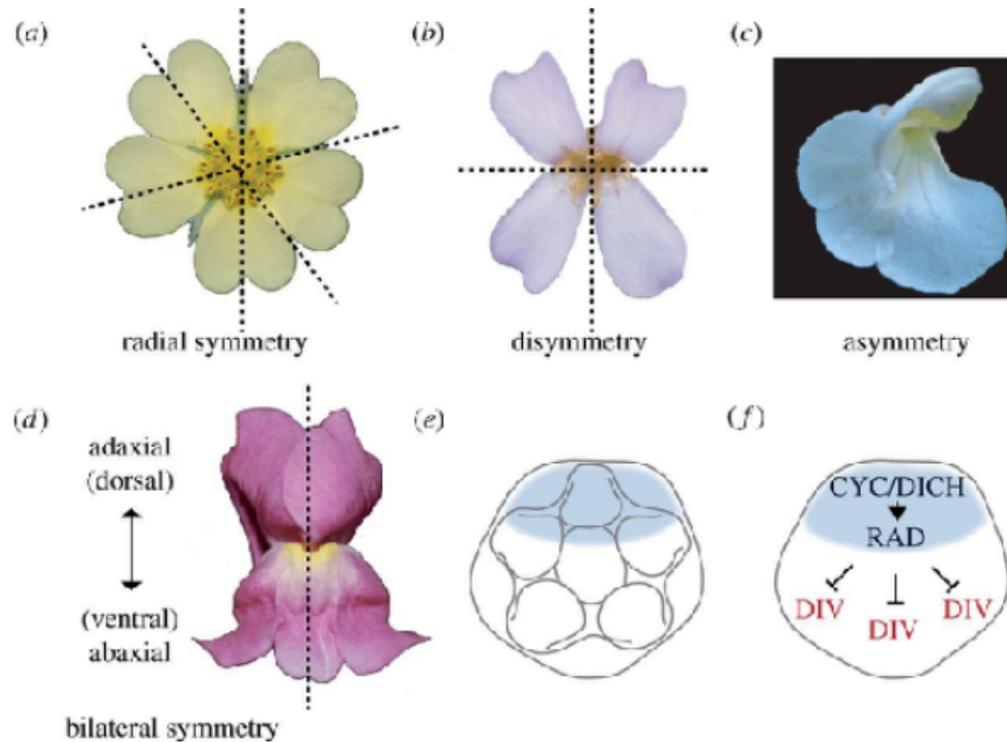
Beth A. Krizek² and Jennifer C. Fletcher¹

Evolução das flores



TE -Tepalos petaloides

Simetria radial vs. bilateral das flores

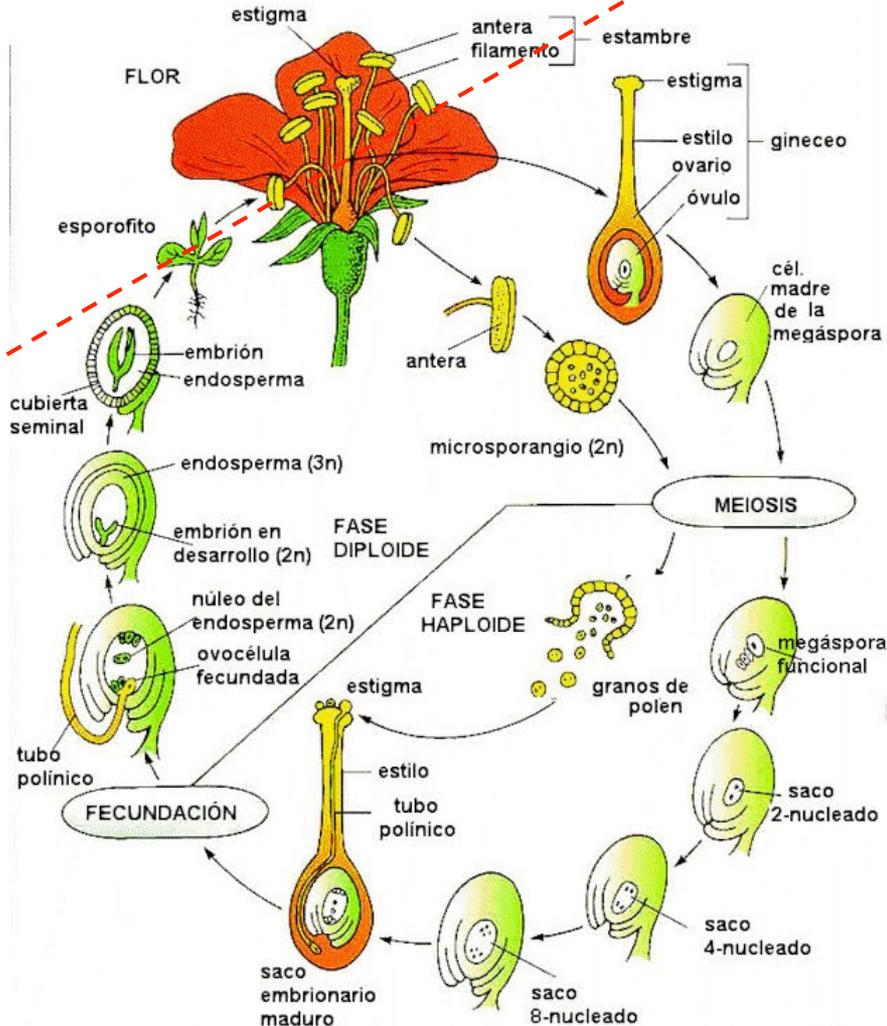


DICH - Dicotoma
CYC - Cycloidea
RAD - Radialis
DIV - Divaricata



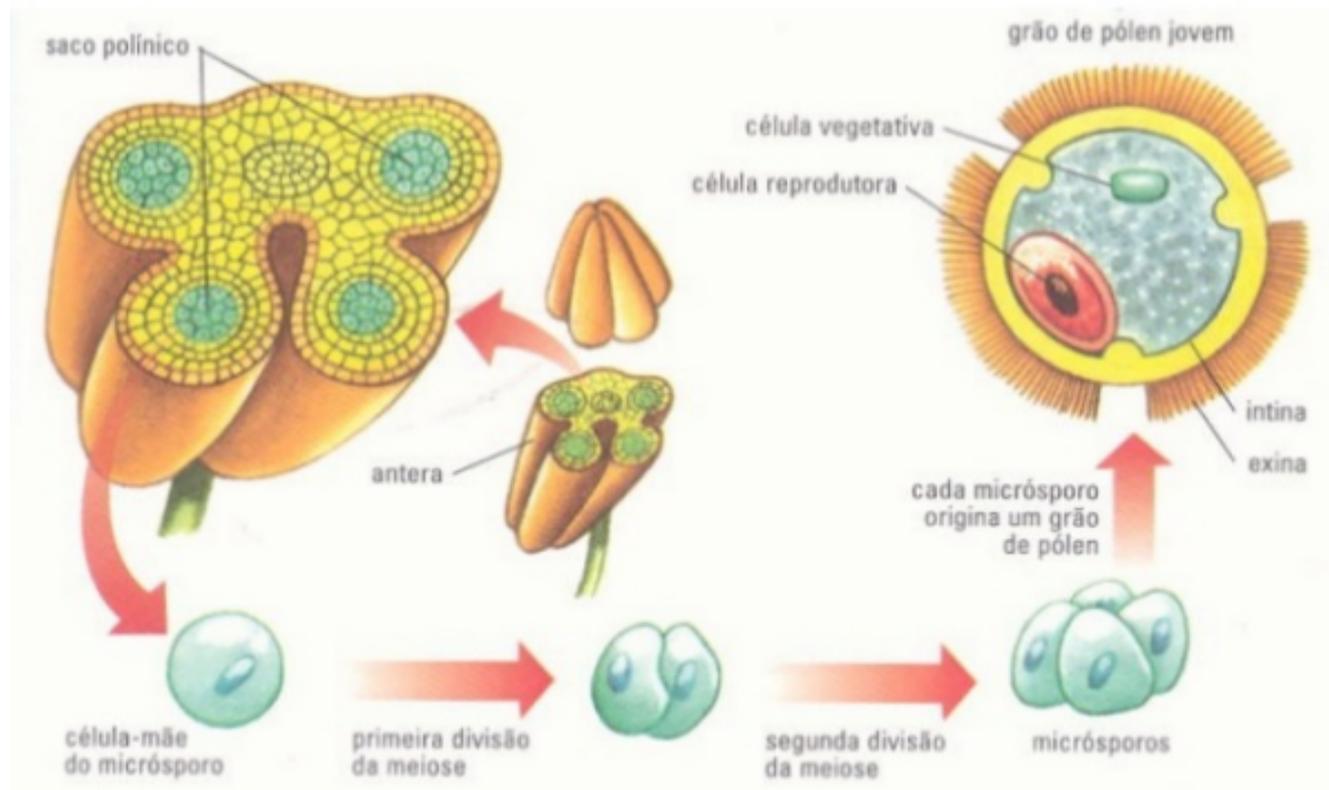
Esporófito

ANGIOSPERMAS: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas



Gametófito

O Androceu é o conjunto de estames
O estame é o órgão reprodutor masculino



Estágios do desenvolvimento do Androceu

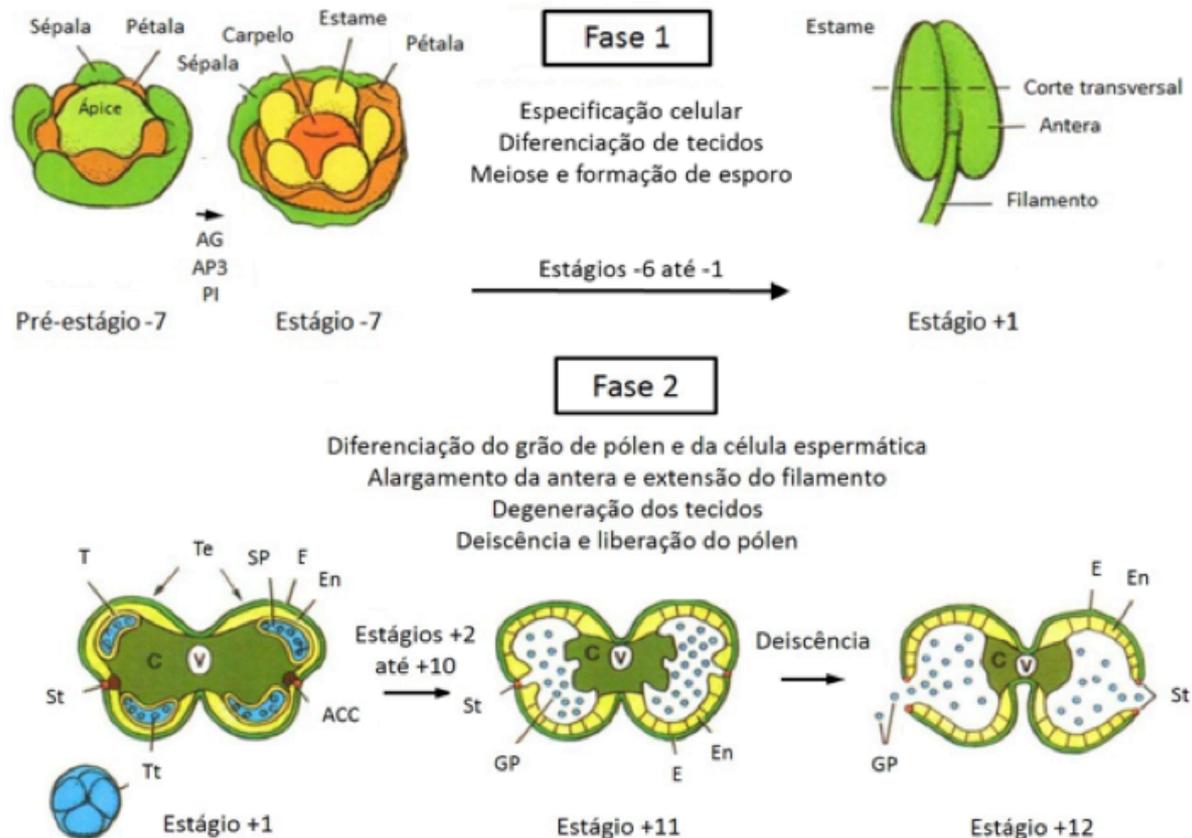
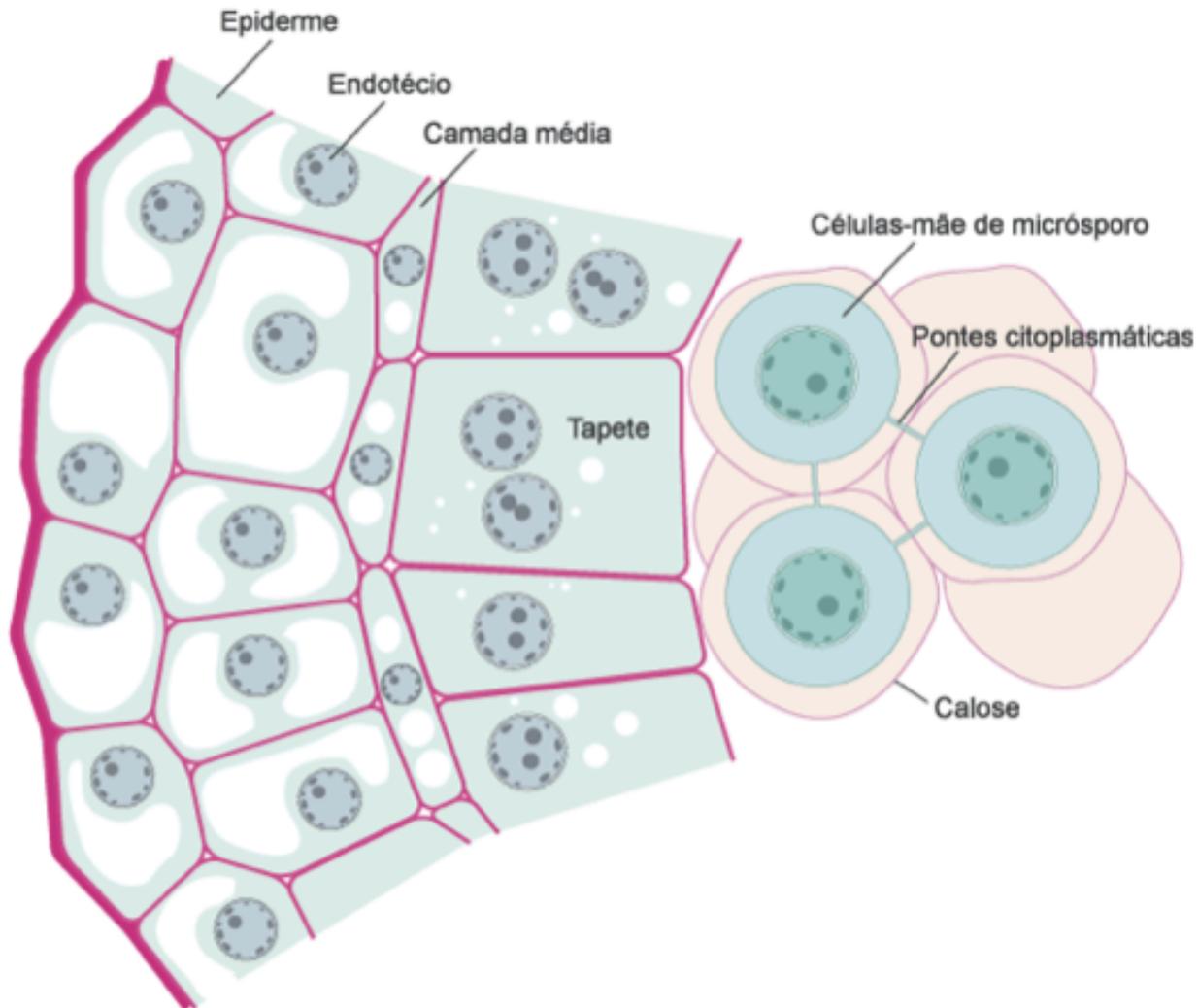


Figura 4 - Representação esquemática das fases 1 e 2 do processo de desenvolvimento das anteras. T= tapete
Te= Teca; SP=Saco polínico; E=Epiderme; En=Endotécio; ACC=Aglomerado celular; Td=Tétrade; St= Estômio; GP=Grão de pólen; C=Conectivo; FV=Feixe vascular.

Camadas de tecido da antera



Fase 2 - Processos de maturação do grão de pólen

- ✓ Esta fase de maturação e senescência é marcada por divisões mitóticas e por processos de deposição de substâncias na superfície externa dos grãos de pólen.

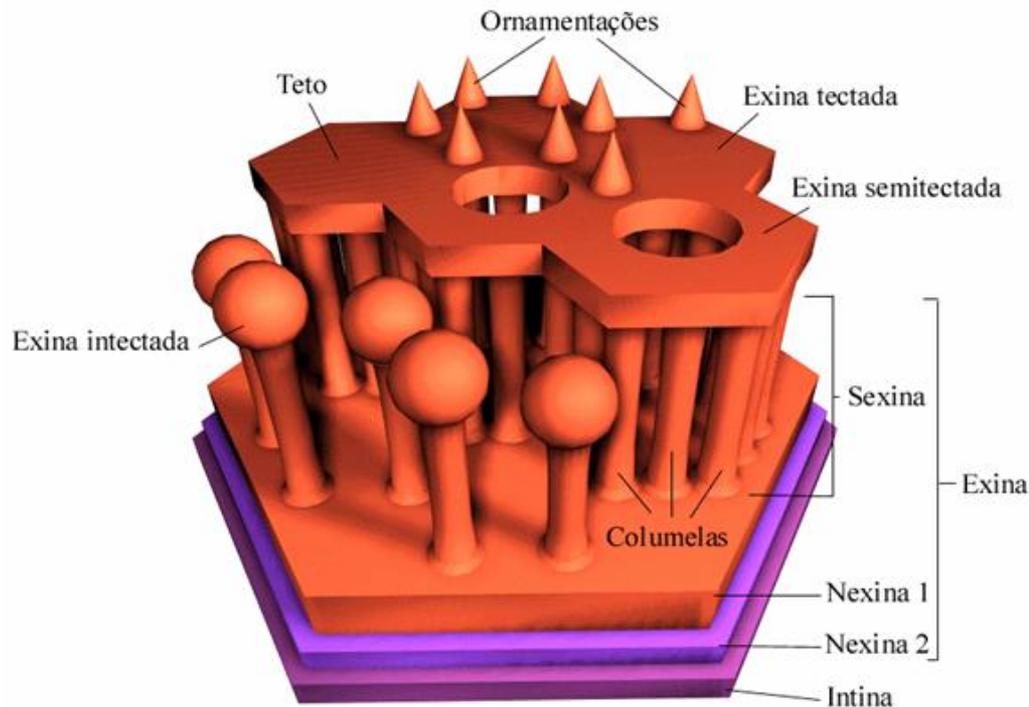


Figura 6 – Representação esquemática da parede celular do grão de pólen (esporoderme) e suas camadas

Mutantes *atpi4ky1*

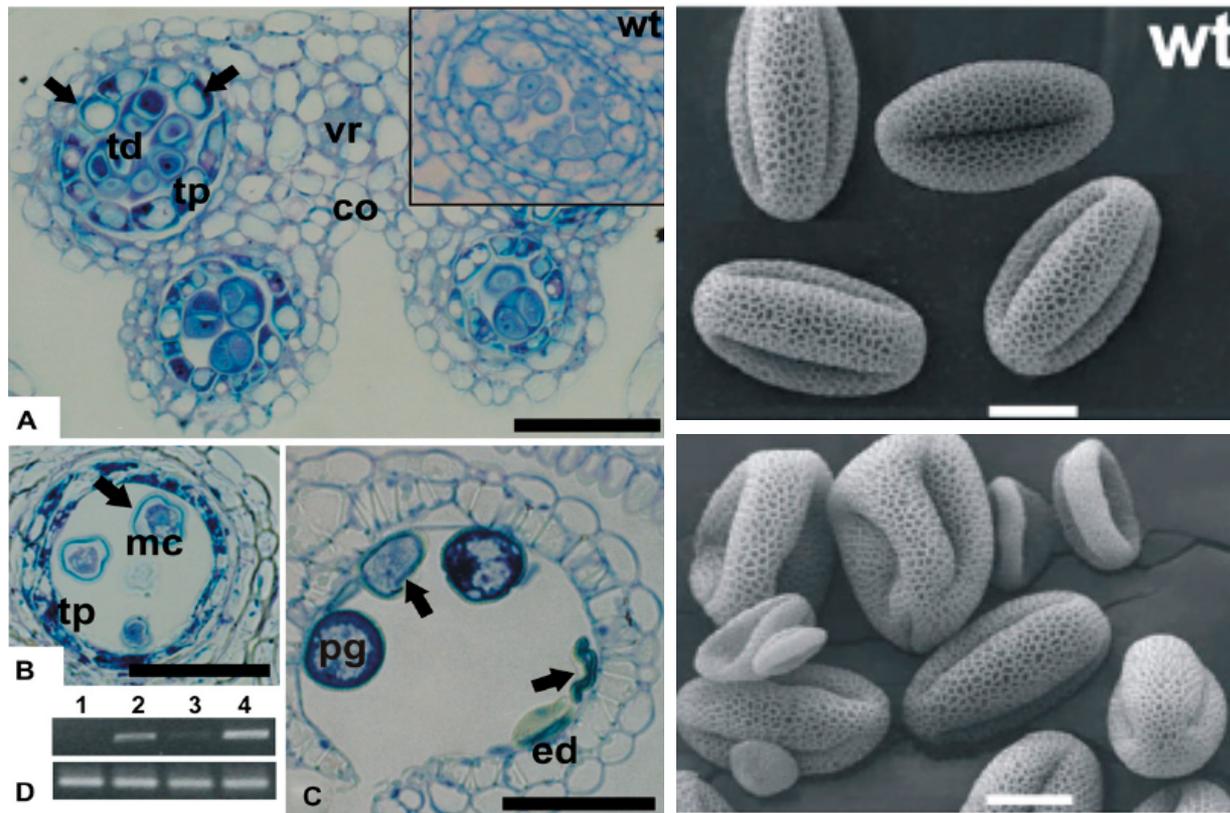
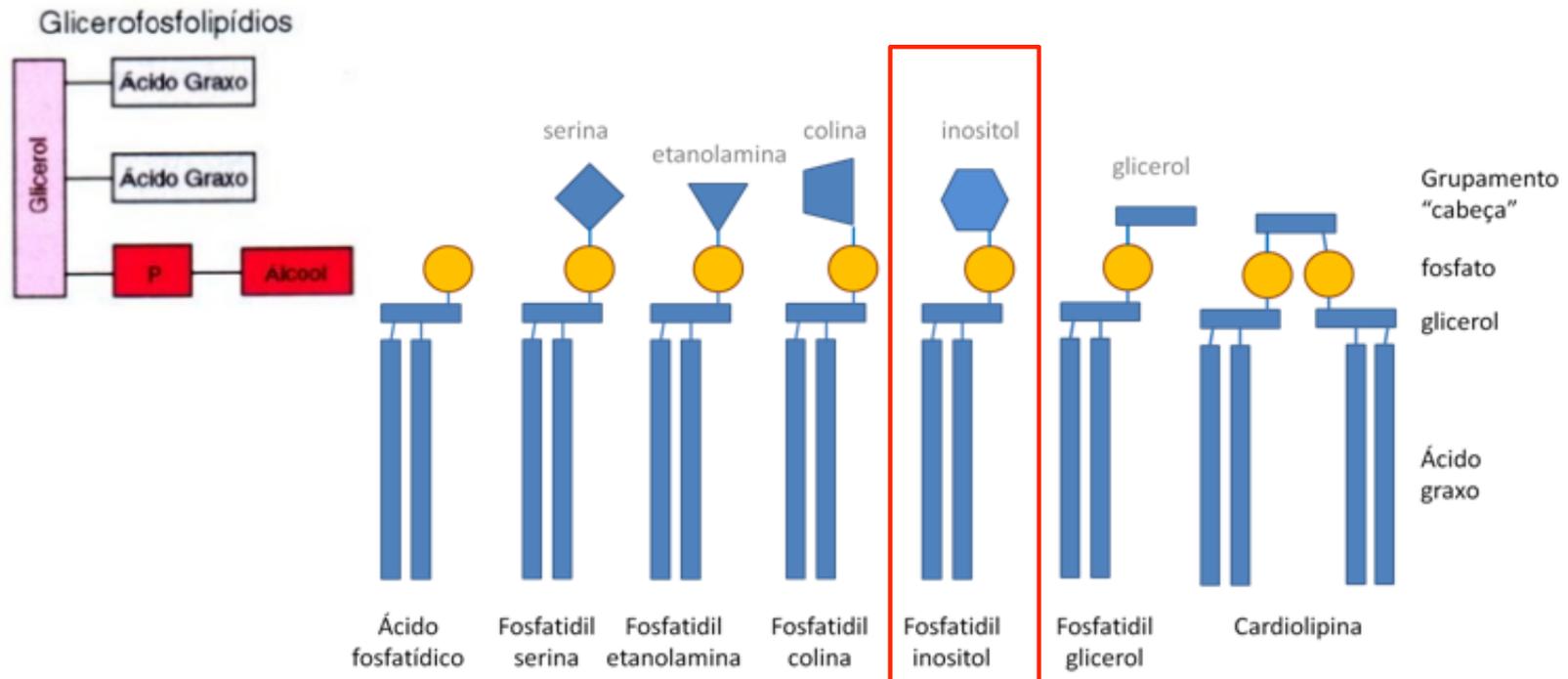


Figura 9 - Secções transversais através de anteras mutantes. A - secção através do estágio 6 anteras mutante. Observe os vacúolos anormalmente aumentados de células do tapete no mutante (setas). B e C - secções através de anteras mutantes no estágio 11 (B) e no estágio 12 após a ruptura do septo. Observe os grãos de pólen em colapso (Marcado por setas). D e E - MEV de grãos de pólen de WT (D) e de linhagem mutante para *At2g40850* (E).

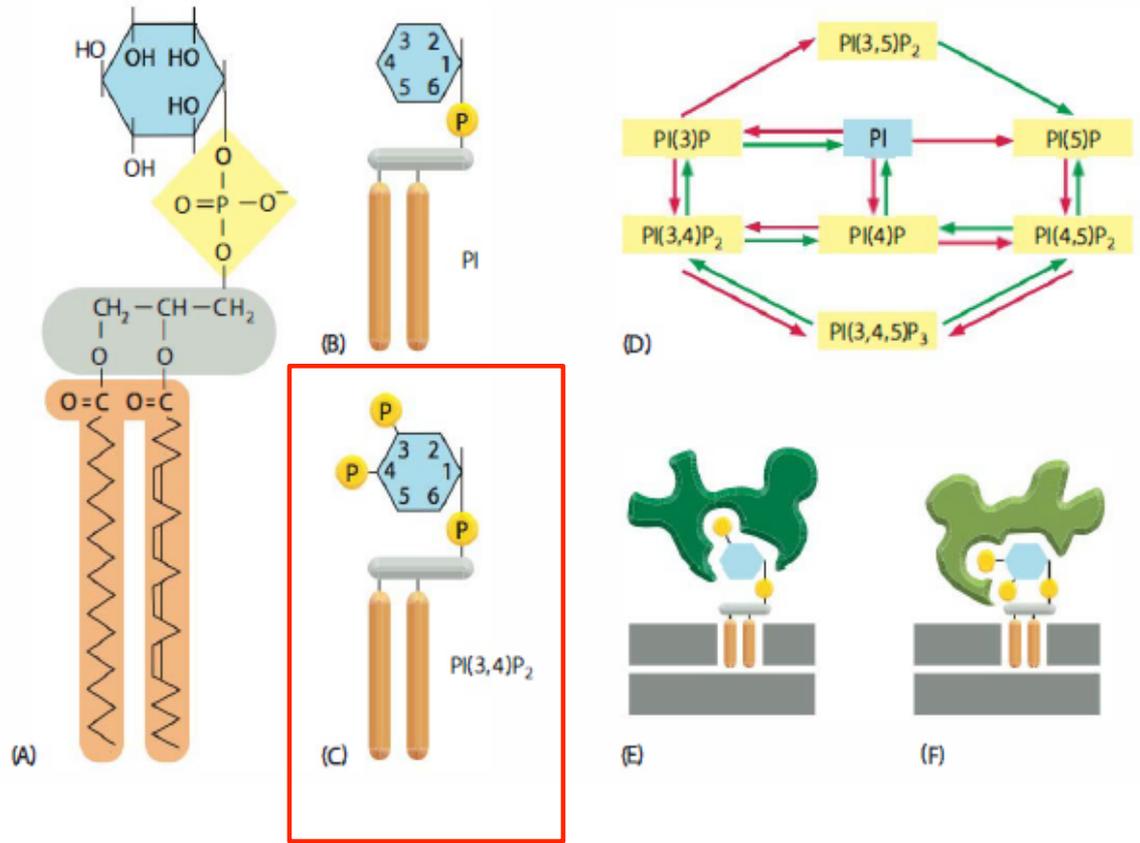
Fosfatidil inositol (PI)



- ✓ Fosfolípido (Glicerofosfolipídeos) encontrados em células eucarióticas;
- ✓ Componente das membranas celulares, atuam como mensageiros secundários intracelulares.

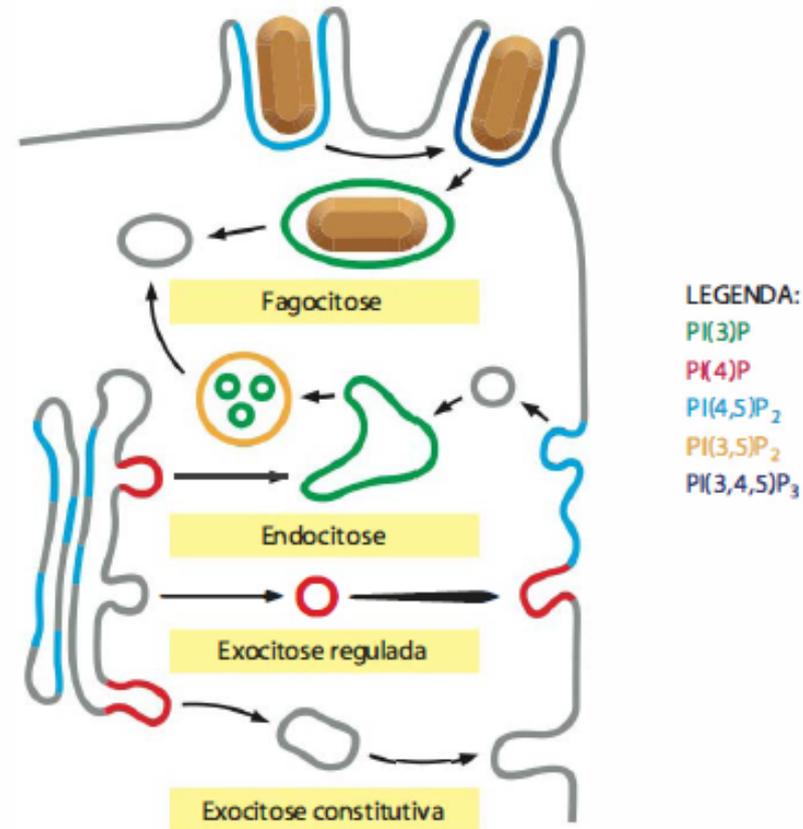
PIs marcam organelas e domínios de membrana

Figura 13-10 Fosfatidilinositol (PI) e fosfoinositídeos (PIPs). (A, B) A estrutura do PI mostra os grupos hidroxila livres no açúcar inositol, os quais podem, em princípio, ser modificados. (C) A fosforilação de um, dois ou três dos grupos hidroxila do PI, por PI ou PIP-quinases, produz uma variedade de espécies de PIP. Elas são designadas de acordo com a posição do anel (entre parênteses) e o número de grupos fosfato (subscrito) adicionados ao PI. O PI(3,4)P₂ está representado. (D) As células animais possuem várias PI e PIP-quinases e um número similar de PIP-fosfatases, as quais estão localizadas em diferentes organelas, onde são reguladas para catalisar a produção de determinados PIPs. As setas vermelha e verde representam as reações da cinase e da fosfatase, respectivamente. (E, F) Os grupos de cabeça de fosfoinositídeos são reconhecidos por domínios de proteínas que discriminam as diferentes formas. Dessa maneira, grupos selecionados de proteínas portando tais domínios são recrutados às regiões da membrana nas quais estes fosfoinositídeos estejam presentes. PI(3)P e PI(4,5)P₂ estão mostrados. (D, modificada de M. A. de Matt eis e A. Godi, *Nat. Cell Biol.* 6:487-492, 2004. Com permissão de Macmillan Publishers Ltd.)



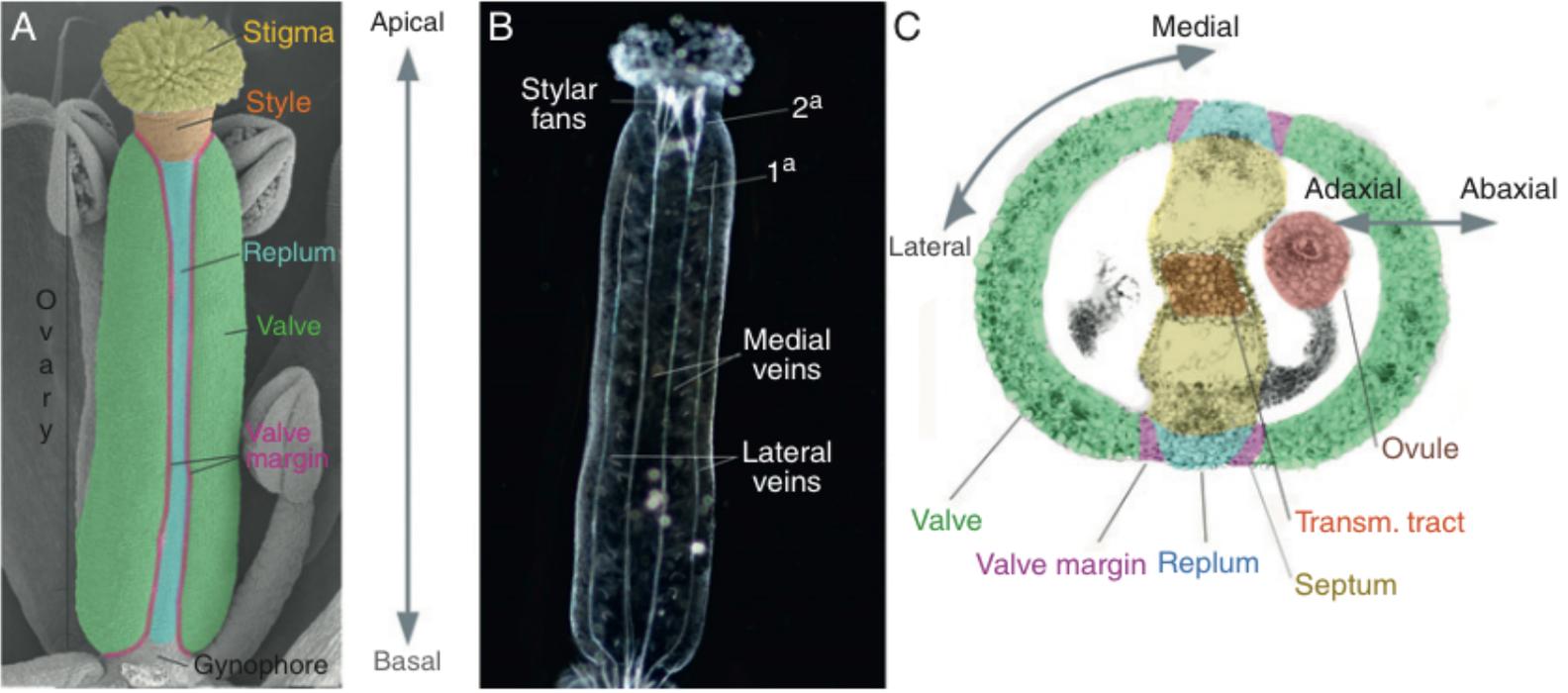
Proteínas regulam a liberação e a remoção do revestimento de vesículas

Figura 13-11 Localização intracelular dos fosfoinosítídeos. Diferentes tipos de PIPs estão localizados em diferentes membranas e domínios de membranas, onde eles estão frequentemente associados a eventos de transporte vesicular. A membrana das vesículas secretoras, por exemplo, contém PI(4)P. Quando as vesículas fusionam-se à membrana plasmática, uma PI 5-cinase localizada lá converte o PI(4)P em PI(4,5)P₂. O PI(4,5)P₂, por sua vez, auxilia no recrutamento de proteínas adaptadoras, as quais iniciam a formação de uma fossa revestida de clatrina, como na primeira etapa da endocitose mediada por clatrina. Uma vez que a vesícula revestida por clatrina destaca-se da membrana plasmática, uma PI(5)P-fosfatase hidrolisa PI(4,5)P₂, o que enfraquece a ligação das proteínas adaptadoras, promovendo a remoção do revestimento da vesícula. Discutiremos fagocitose e a distinção entre exocitose regulada e constitutiva mais adiante neste capítulo. (Modificada de M. A. de Matteis e A. Godi, *Nat. Cell Biol* 6:487-492, 2004. Com permissão de Macmillan Publishers Ltd.)

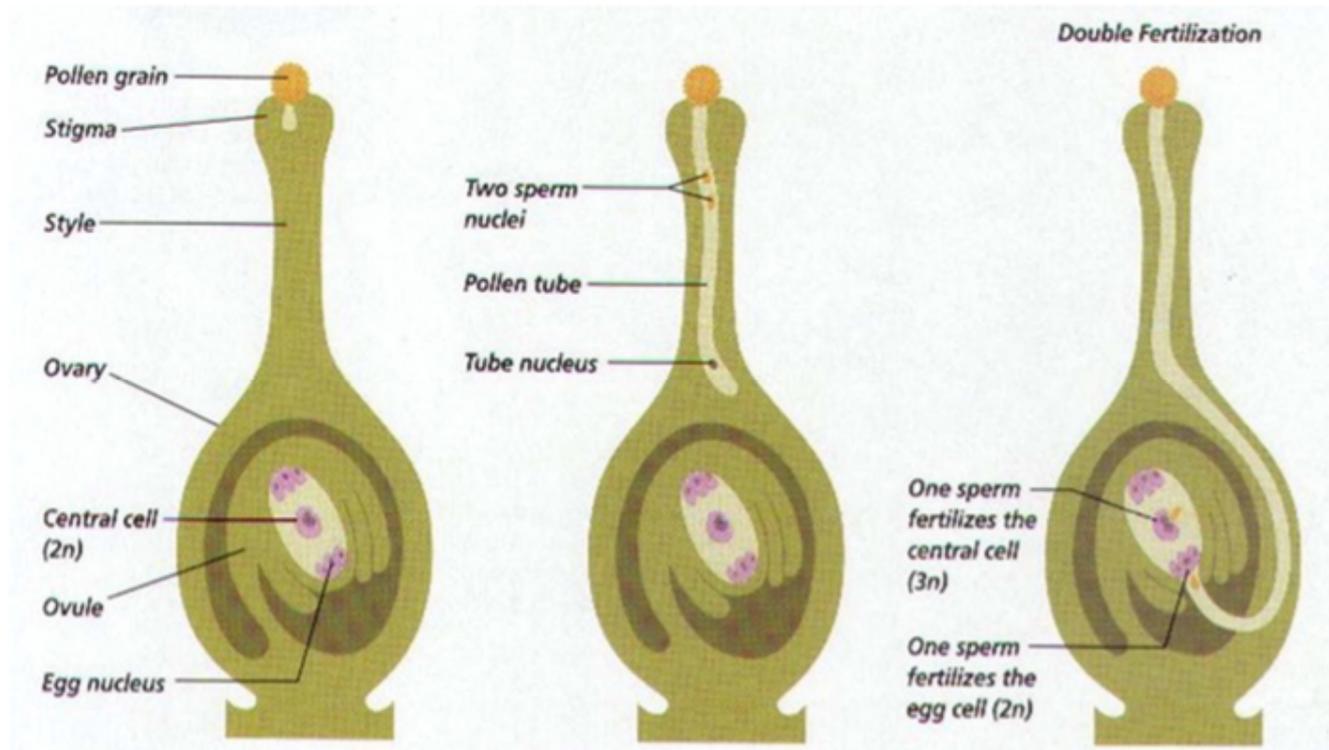


Sincarpo de Arabidopsis

Sincarpo è um carpelo duplo fusionado

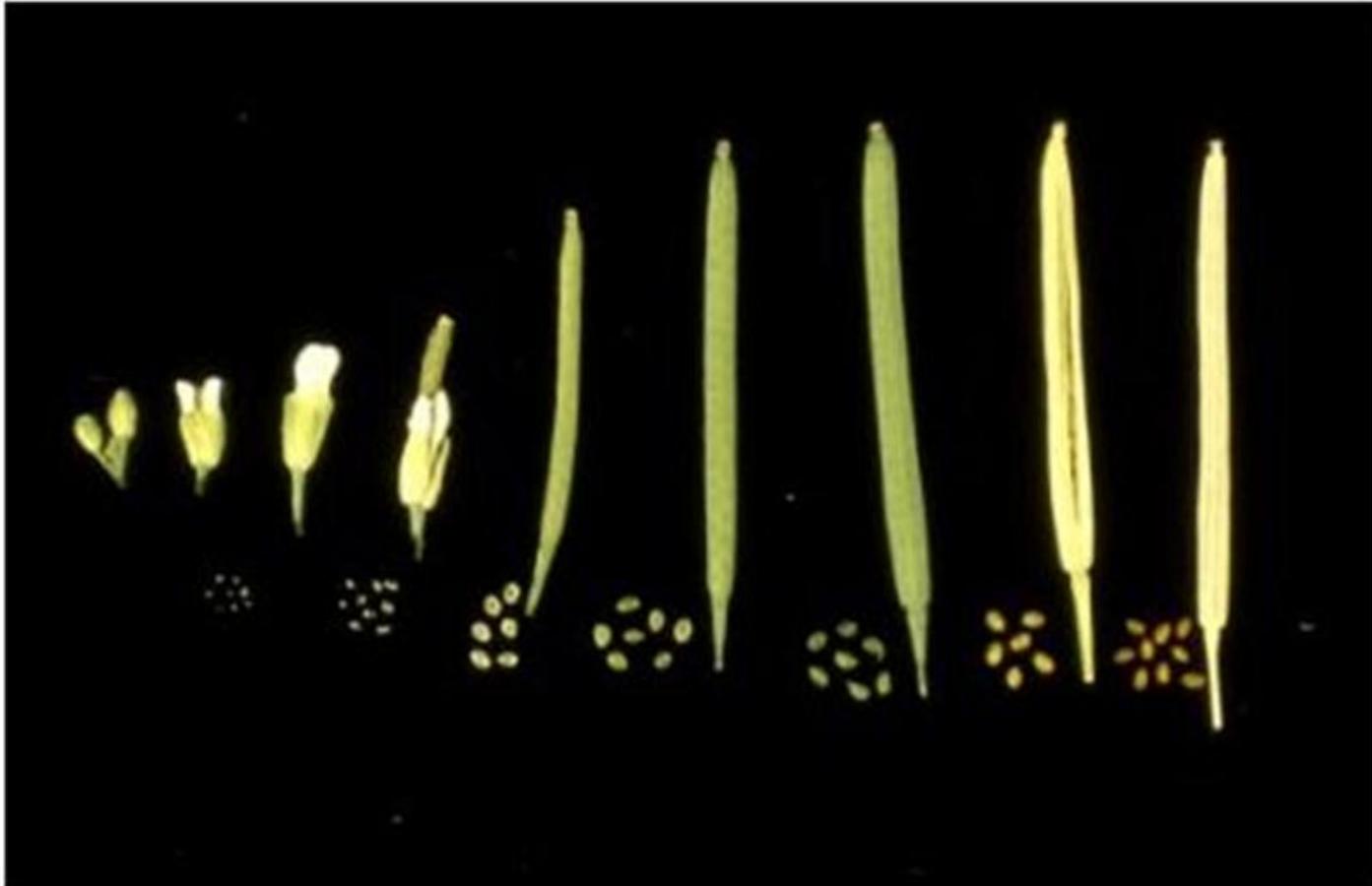


Dupla fecundação

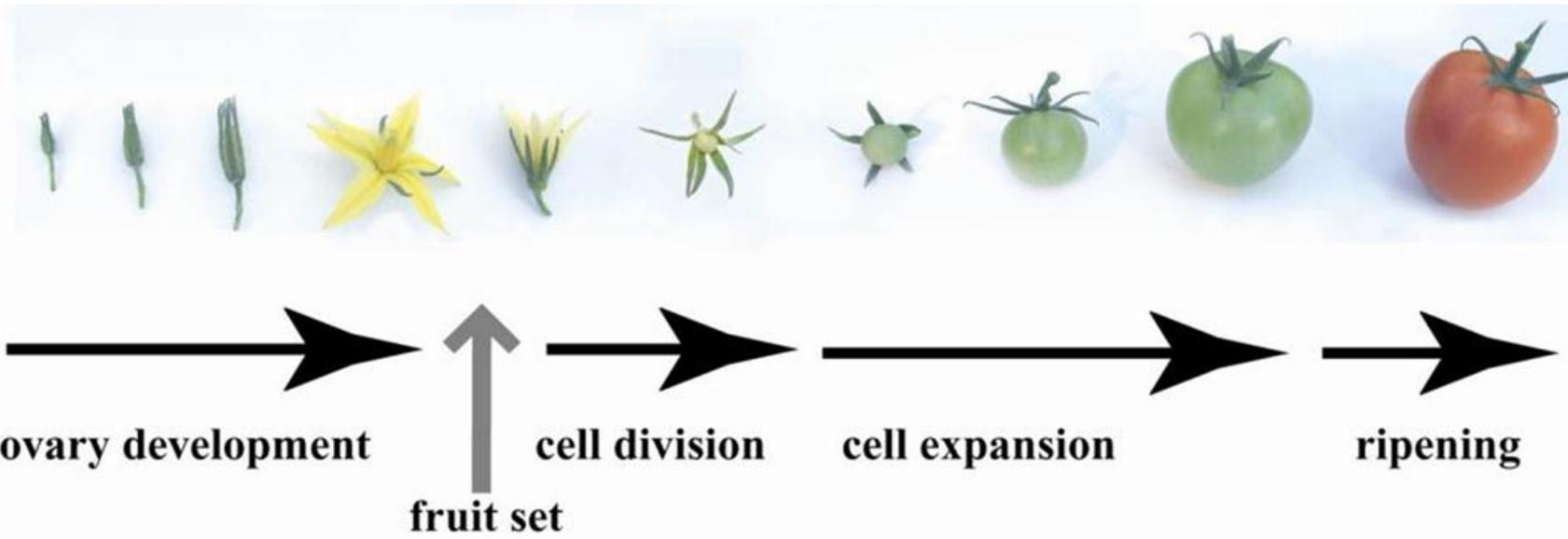


O zigoto formará o esporófito enquanto a célula triploide dará origem ao endosperma que tem função de nutrição para o zigoto durante a embriogênese.

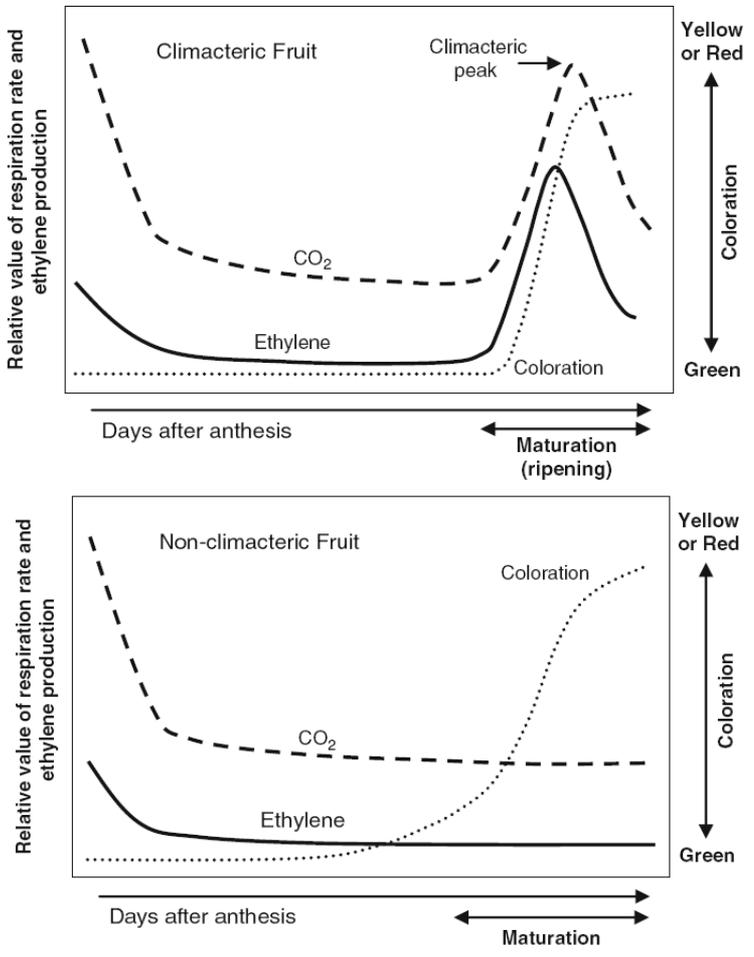
Desenvolvimento do fruto



Desenvolvimento do fruto



Frutos climatéricos vs não climatéricos



Frutos climatéricos vs não climatéricos

Table 16.1 A list of representative climacteric and non-climacteric fruit. A more extensive list is provided by Watkins (2002)

Climacteric fruits	Non-climacteric fruits
Apple (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	Asian pear (<i>Pyrus serotina</i> Rehder)
Apricot (<i>Prunus armeniaca</i> L.)	Cactus pear (<i>Opuntia amyclaea</i> Tenore)
Avocado (<i>Persea americana</i> Mill.)	Carambola (<i>Averrhoa carambola</i> L.)
Banana (<i>Musa sapientum</i> L.)	Cashew (<i>Anacardium occidentale</i> L.)
Cherimoya (<i>Annona cherimola</i> Mill.)	Cherry (<i>Prunus avium</i> L.)
Corossol (<i>Annona muricata</i> L.)	Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.)
Durian (<i>Durio zibethinus</i> Murr.)	Grape (<i>Vitis vinifera</i> L.)
Feijoa (<i>Feijoa sellowiana</i> Berg.)	Grapefruit (<i>Citrus grandis</i> Osbeck)
Fig (<i>Ficus carica</i> L.)	Lime (<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle)
Guava (<i>Psidium guajava</i> L.)	Limon (<i>Citrus limonia</i> Burm.)
Kiwifruit (<i>Actinidia sinensis</i> Planch.)	Litchee (<i>Litchi sinensis</i> Sonn.)
Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)	Mandarin (<i>Citrus reticulata</i> Blanco)
Melon Cantaloup and Honeydew (<i>Cucumis melo</i> L.)	Mangoustan (<i>Garcinia mangostana</i> L.)
Papaya (<i>Carica papaya</i> L.)	Olive (<i>Olea europaea</i> L.)
Passion fruit (<i>Passiflora edulis</i> Sims.)	Orange (<i>Citrus sinensis</i> Osbeck)
Peach (<i>Prunus persica</i> Batsch)	Pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)
Pear (<i>Pyrus communis</i> L.)	Pineapple (<i>Ananas comosus</i> Merr.)
Persimmon (<i>Diospyros kaki</i> Thunb.)	Pomegranate (<i>Punica granatum</i> L.)
Physalis (<i>Physalis peruviana</i> L.)	Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)
Plum (<i>Prunus domestica</i> L.)	Raspberry (<i>Rubus idaeus</i> L.)
Sapota (<i>Manilkara achras</i> Fosb.)	Strawberry (<i>Fragaria</i> sp.)
Tomato (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	Tamarillo (<i>Cyphomandra betacea</i> Sendtu)
	Watermelon (<i>Citrullus lanatus</i> Mansf.)