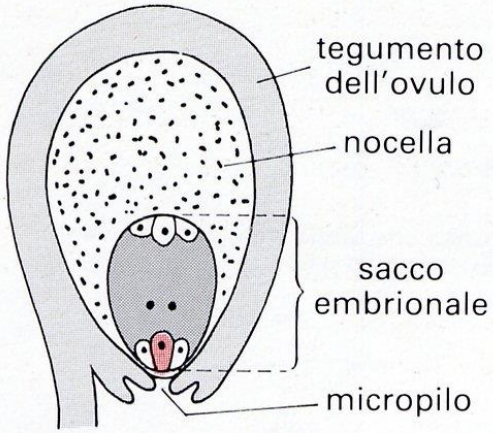
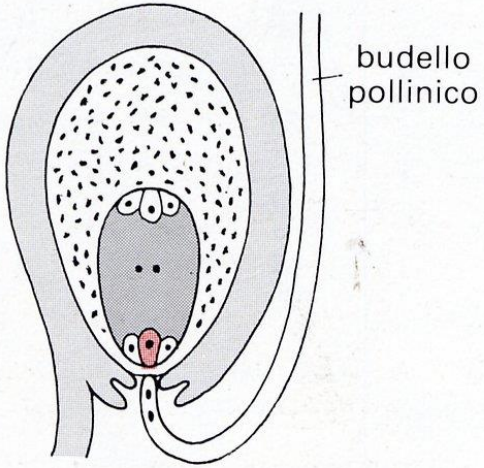
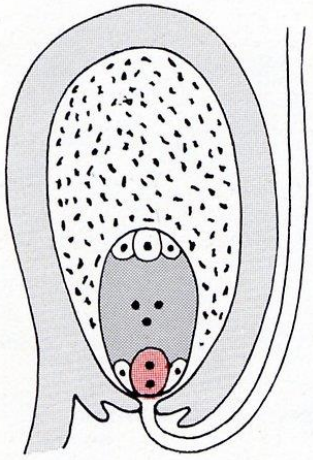
Semi e frutti



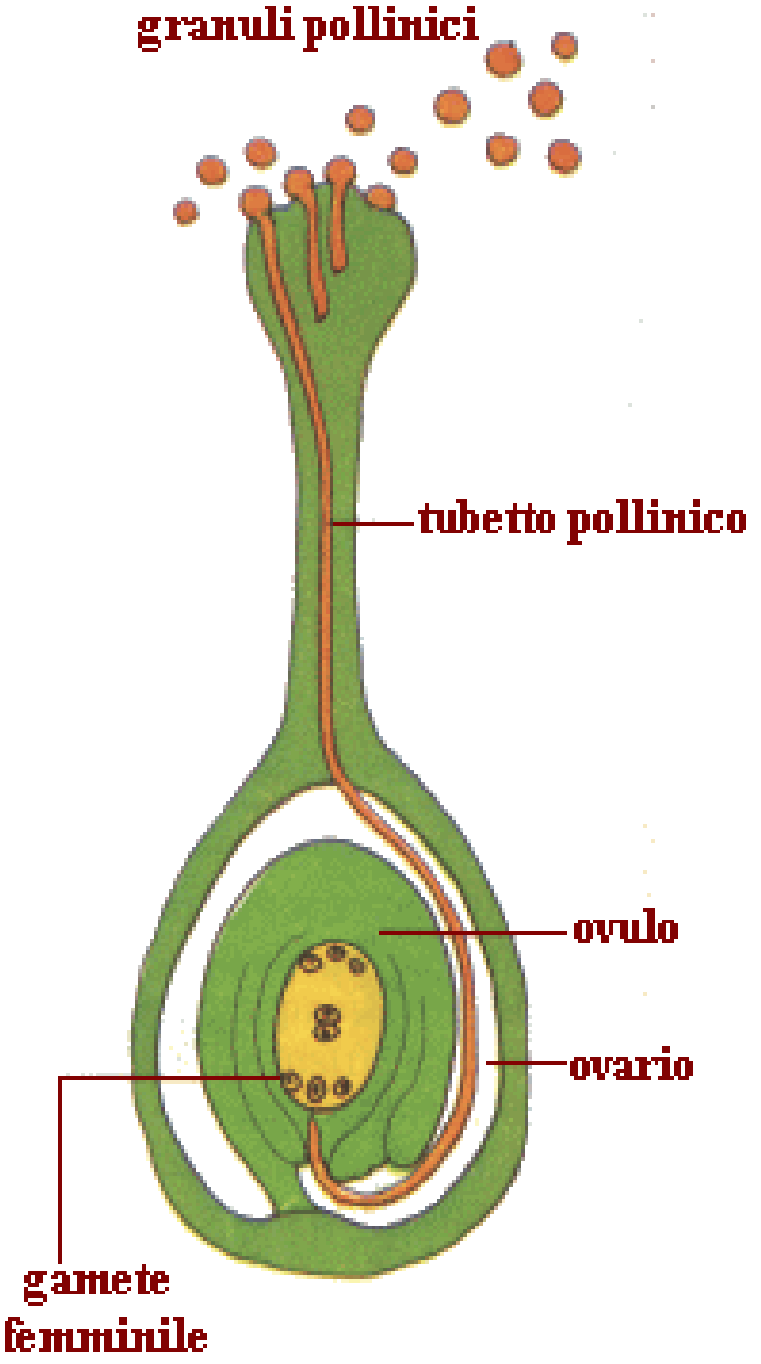
Ovulo con gametofito femminile (sacco embrionale). La cellula uovo è indicata in rosso.



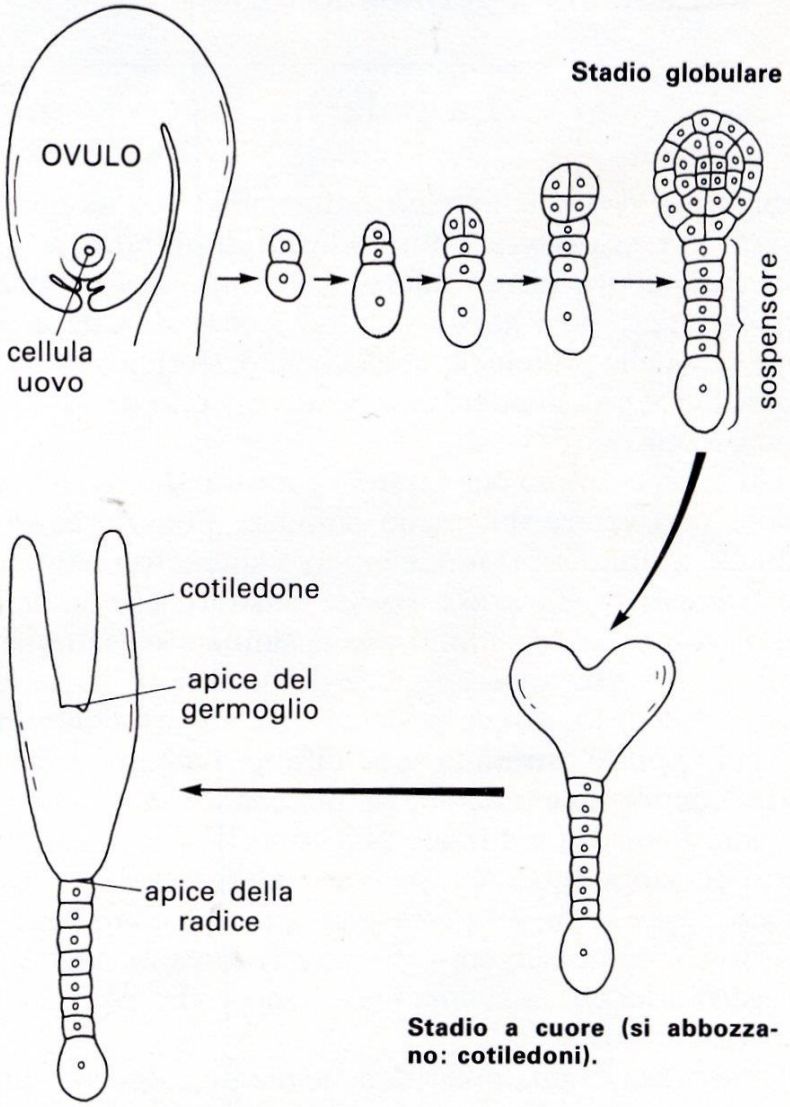
Il budello pollinico con due nuclei penetra nell'ovulo.



Uno dei due nuclei portati dal budello pollinico si unisce con quello della cellula uovo, l'altro con i due nuclei dell'endosperma secondario.



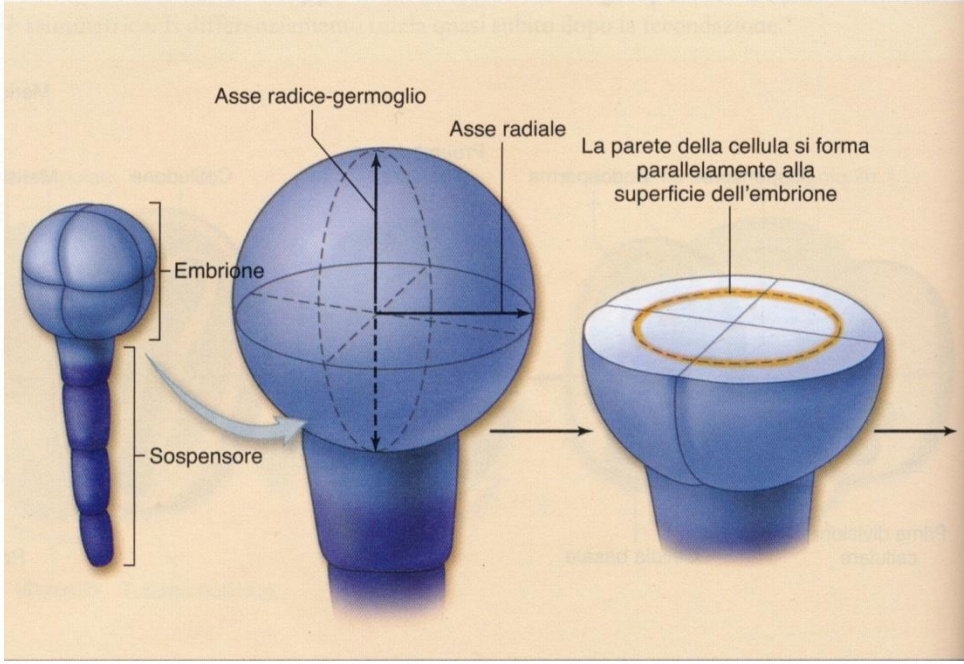
Semi



Stadio a cuore (si abbozzano: cotiledoni).

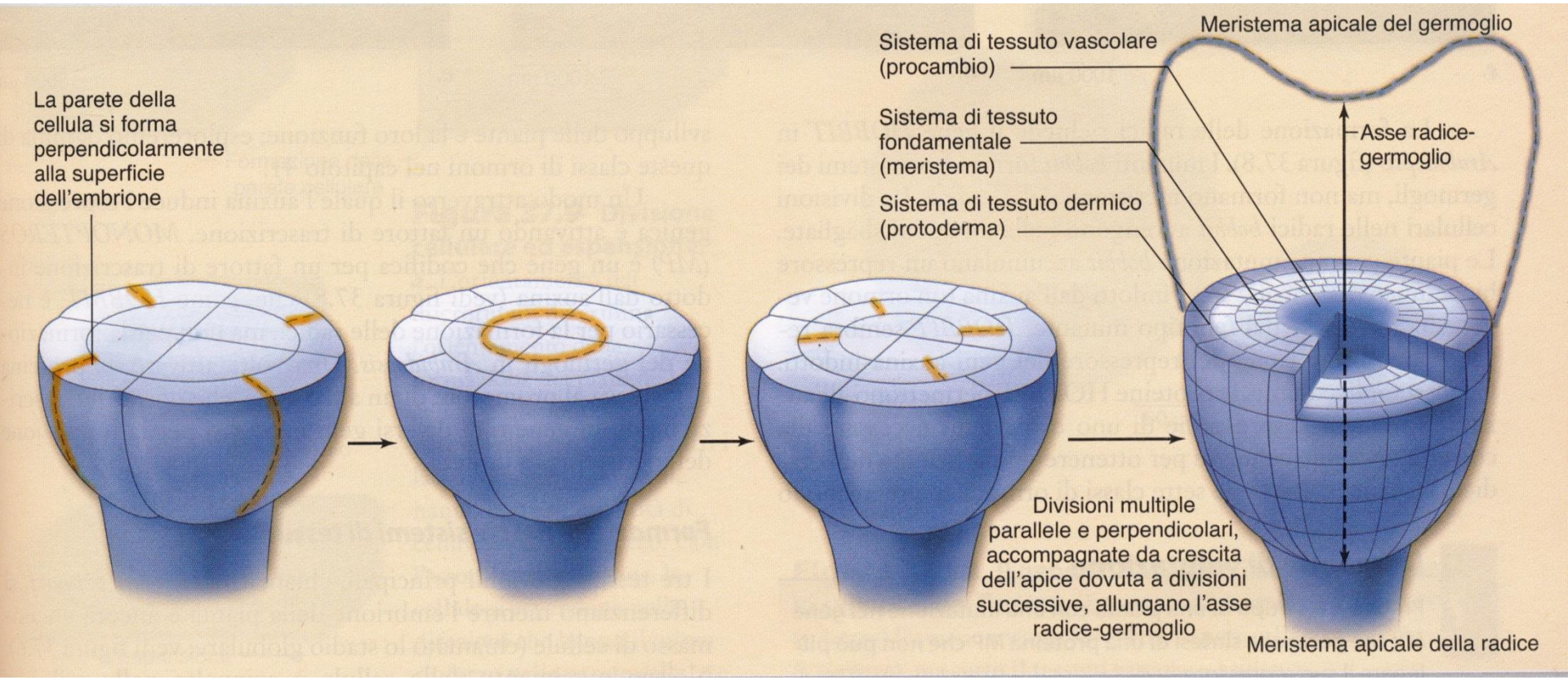
Stadio a torpedine (si abbozzano gli apici del germoglio e della radice).

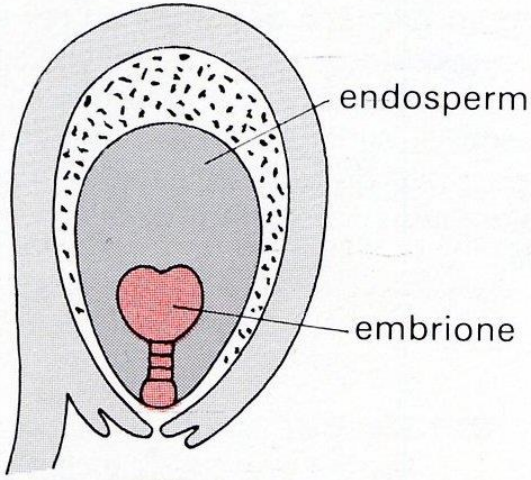
Lo sviluppo dell'embrione in *Capsella bursa-pastoris*, una crocifera particolarmente studiata sotto questo aspetto. Questo schema di sviluppo può essere notevolmente diverso in altre specie di angiosperme.



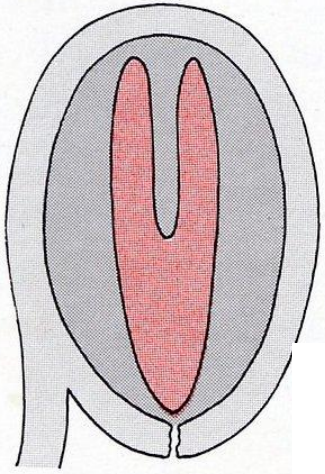
embriogenesi

Capsella bursa-pastoris

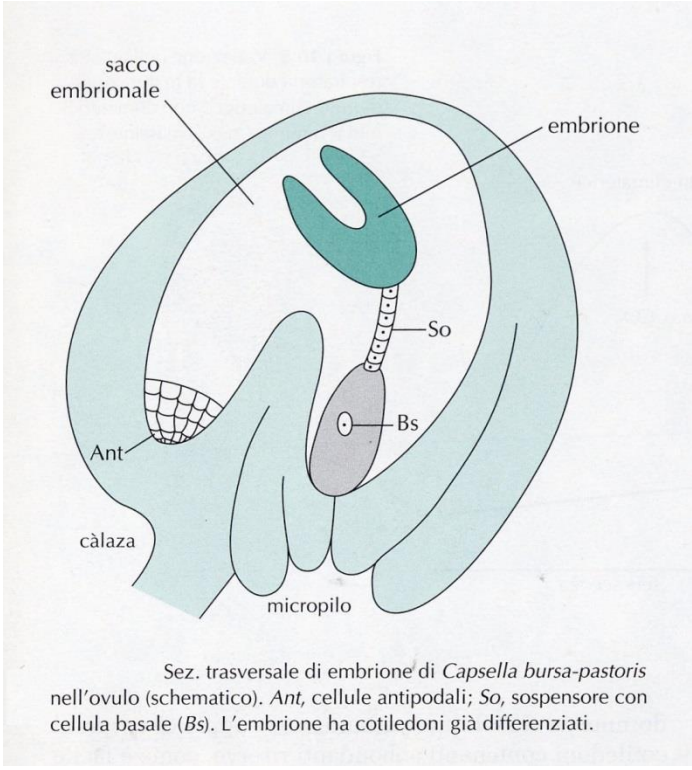

La parete della cellula si forma perpendicolarmente alla superficie dell'embrione
Sistema di tessuto vascolare (procambio)
Sistema di tessuto fondamentale (meristema)
Sistema di tessuto dermico (protoderma)
Meristema apicale del germoglio
Asse radice-germoglio
Divisioni multiple parallele e perpendicolari, accompagnate da crescita dell'apice dovuta a divisioni successive, allungano l'asse radice-germoglio
Meristema apicale della radice



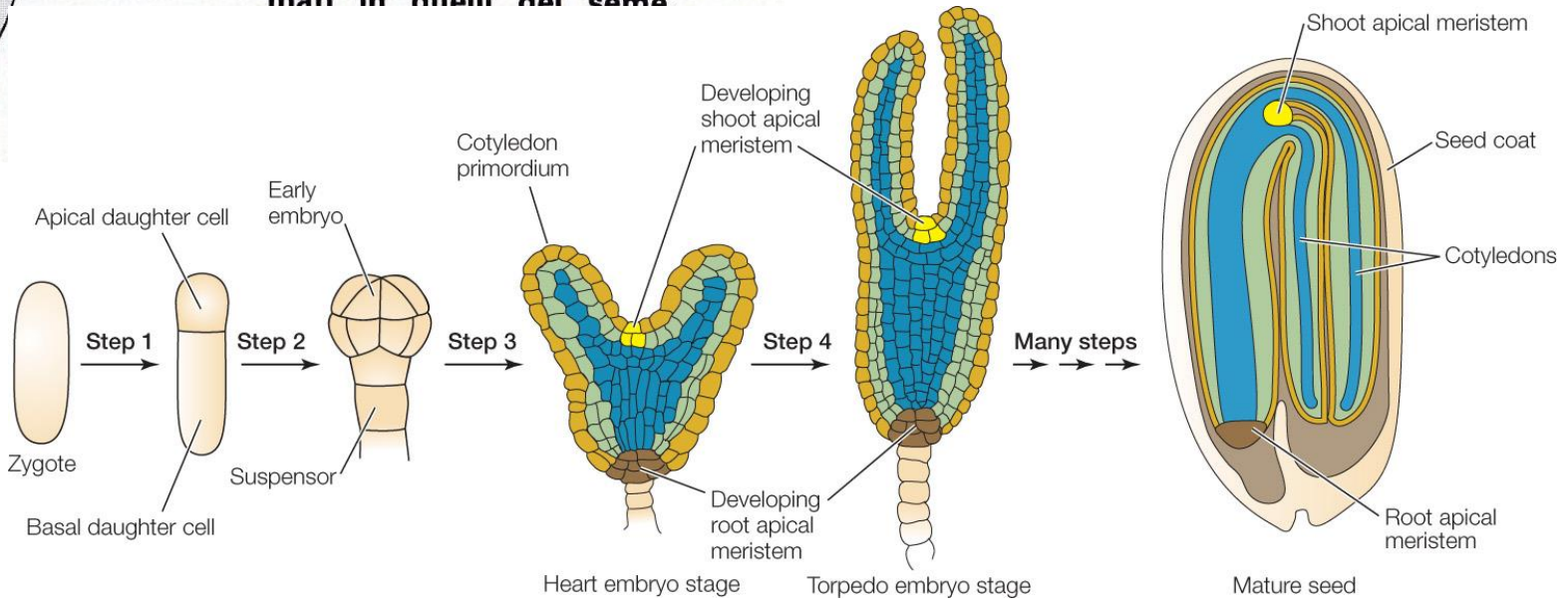
Dalla cellula uovo fecondata comincia a formarsi l'embrione. L'endosperma si ingrandisce a spese della nocella.



Seme maturo. Embrione ed endosperma si sono ancora ingranditi; la nocella è praticamente scomparsa, i tegumenti dell'ovulo si sono trasformati in quelli del seme



Sez. trasversale di embrione di *Capsella bursa-pastoris* nell'ovulo (schematico). *Ant*, cellule antipodali; *So*, sospensore con cellula basale (*Bs*). L'embrione ha cotiledoni già differenziati.



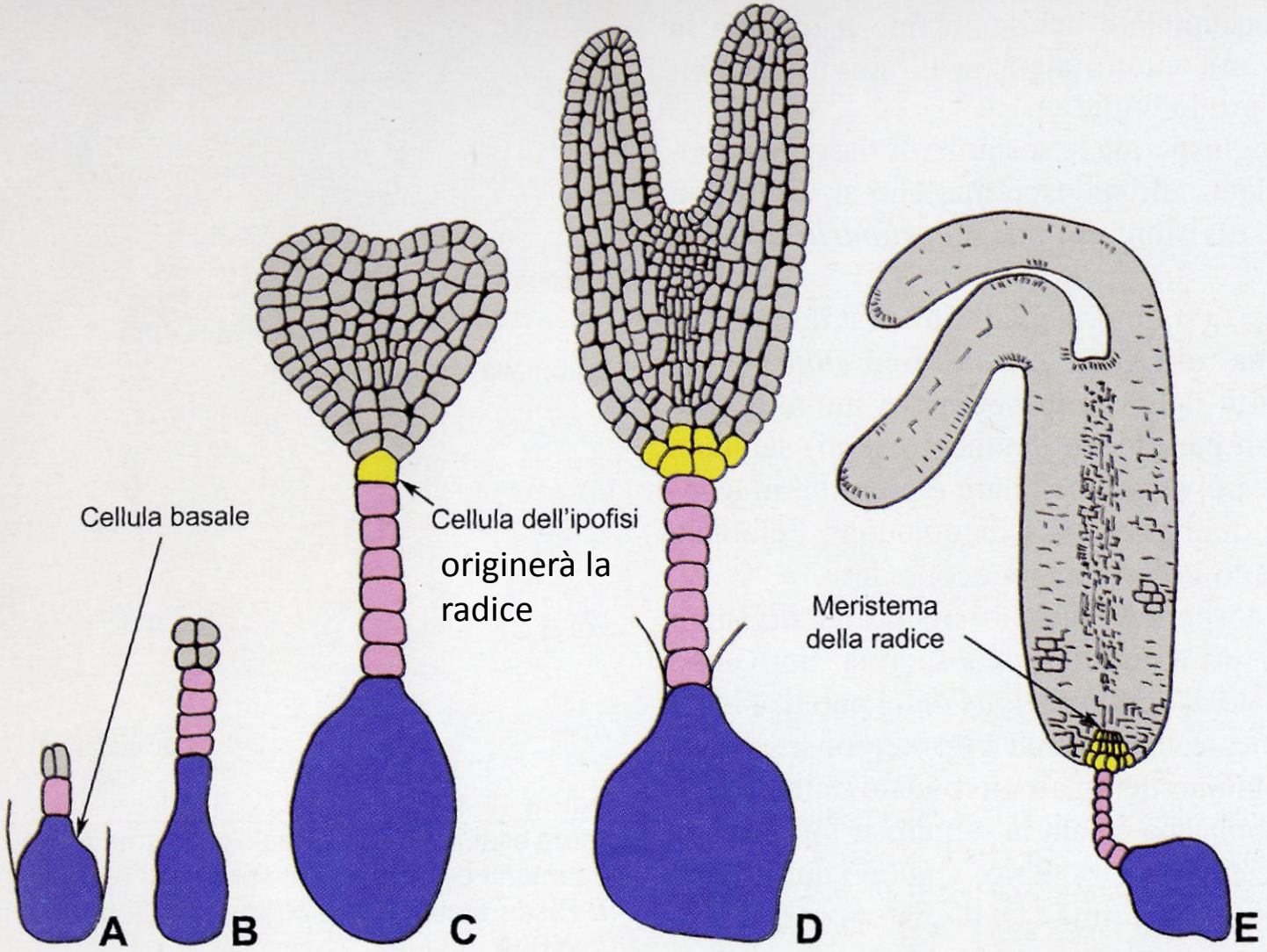
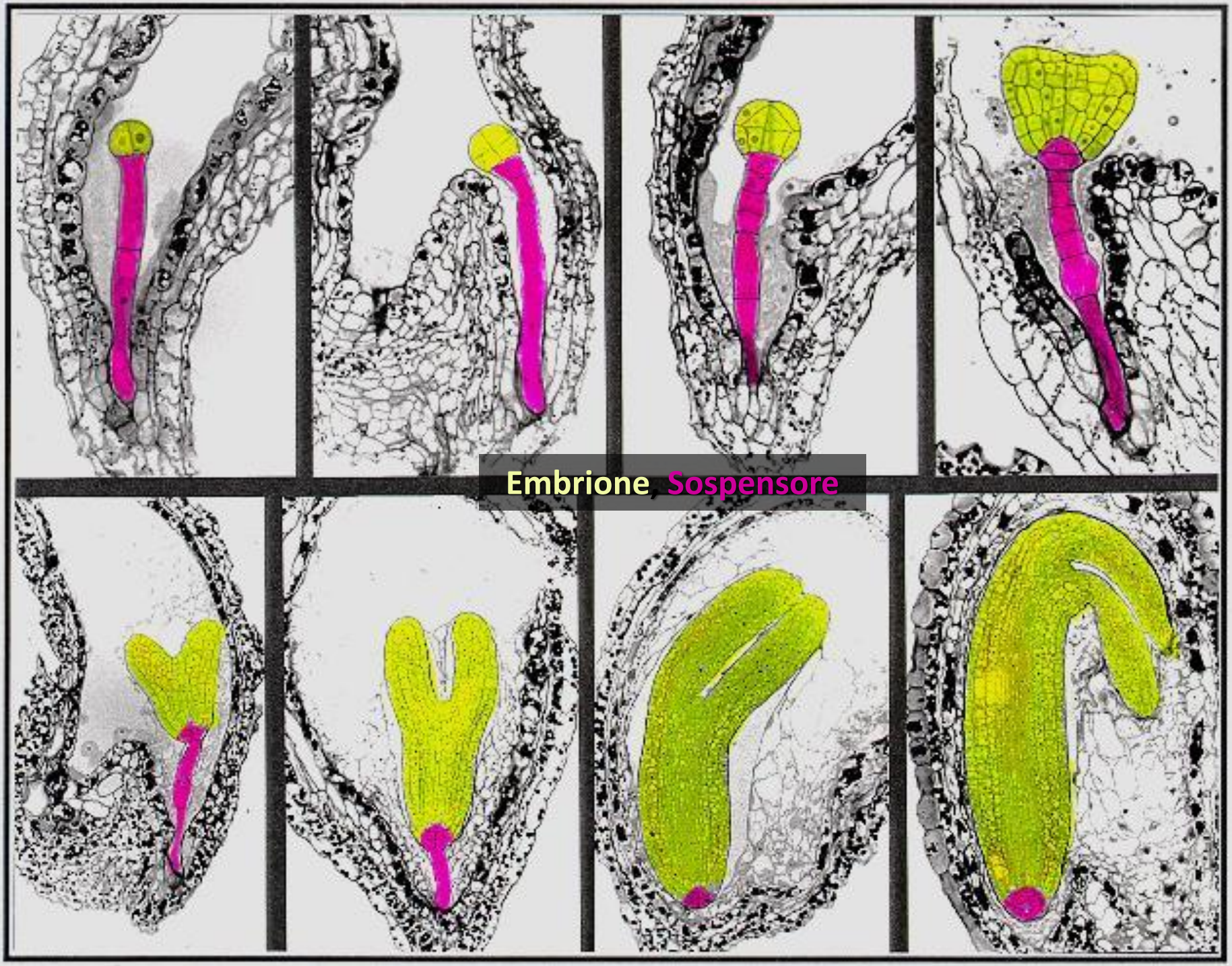
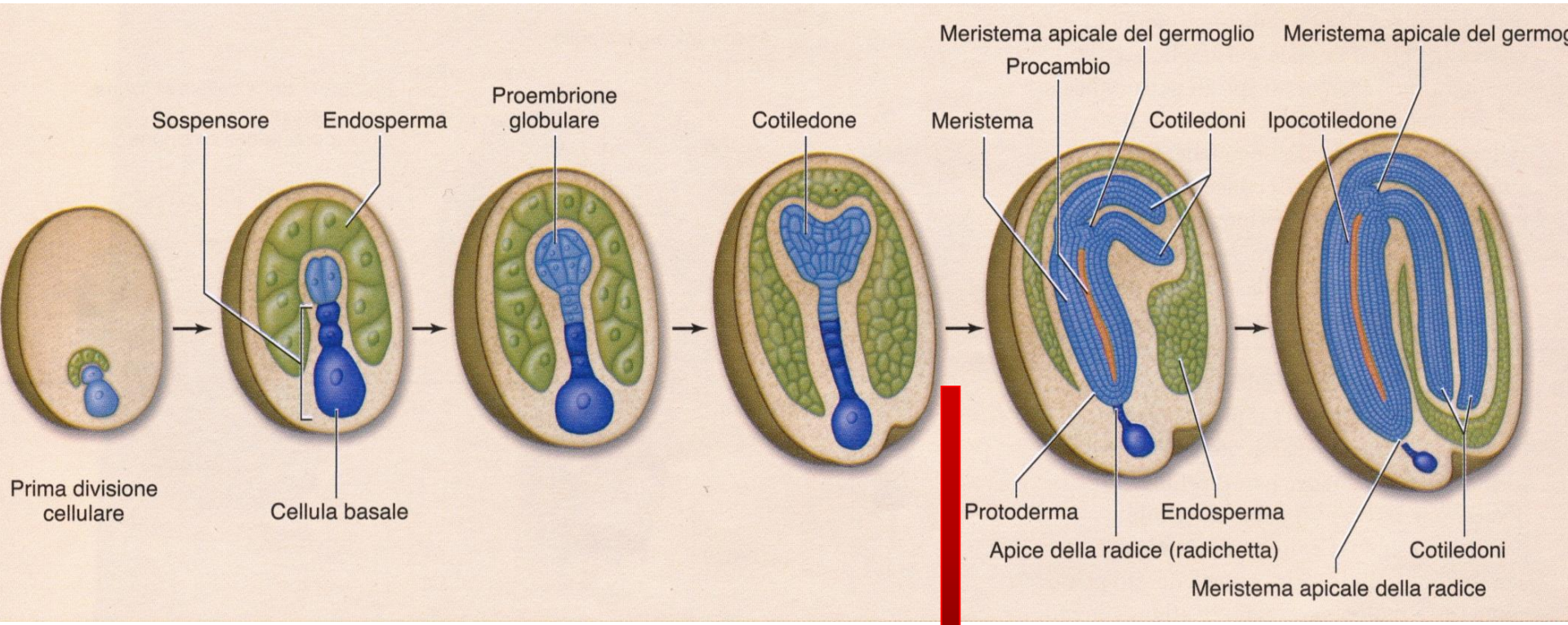


Figura 13.6

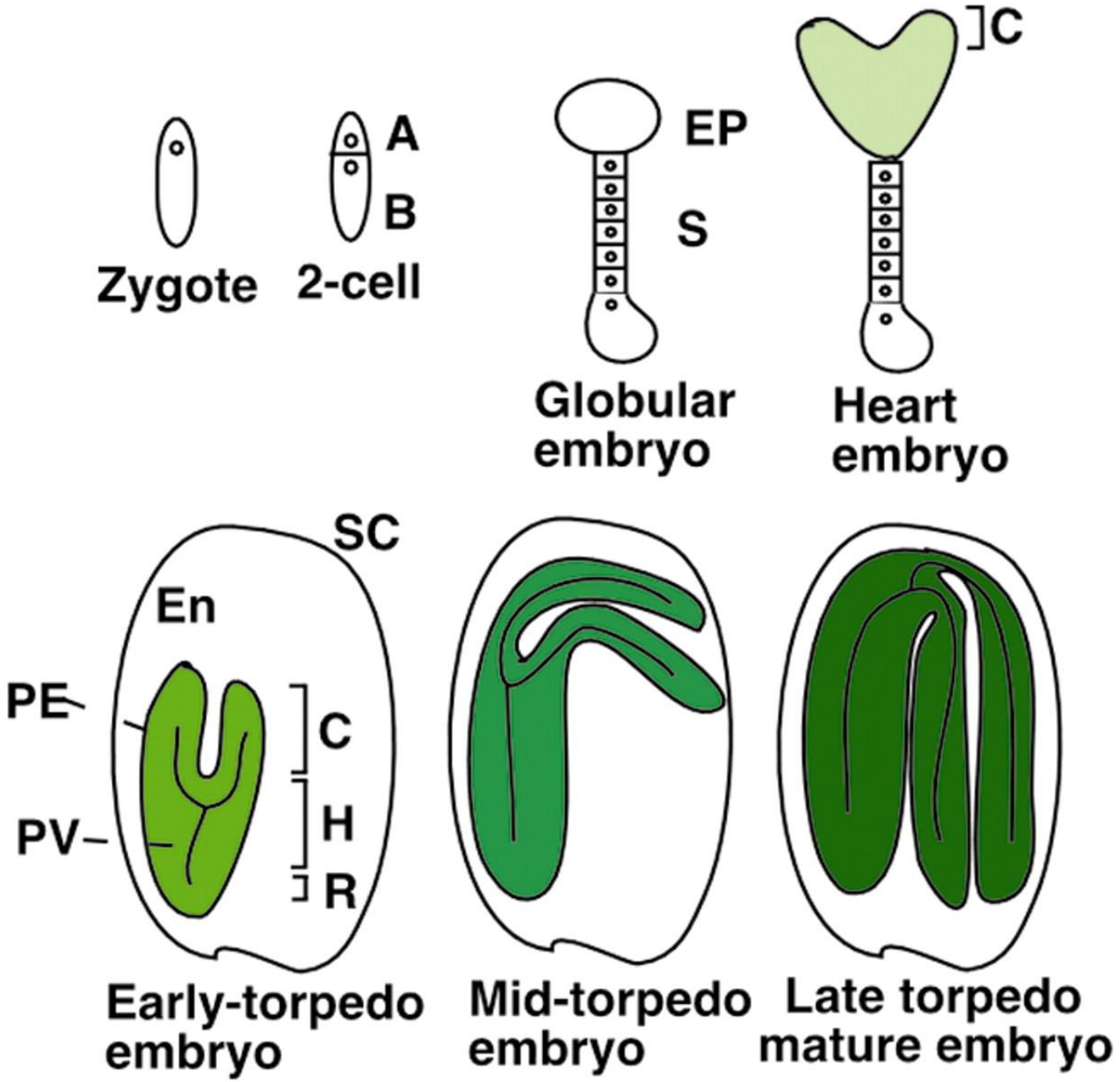
Sviluppo del sospensore in *Arabidopsis thaliana*. A) Sospensore con una cellula basale molto grossa con funzioni austoriali ed una più piccola. B) Durante lo sviluppo embrionale il sospensore si divide e spinge l'embrione all'interno del endosperma. C) La cellula più vicino all'embrione diventa la cellula ipofisaria che formerà il meristema apicale. D) Cellula dell'ipofisi che dividendosi forma il meristema radicale. E) Negli ultimi stadi dell'embriogenesi il sospensore terminata la sua funzione morirà (disegno di R. Braglia).

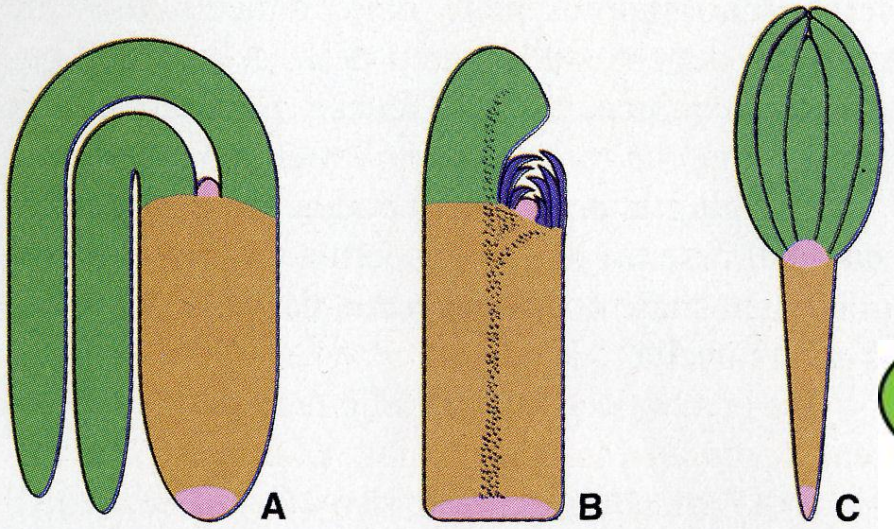

Embrione Sospensore


Meristema apicale del germoglio
Meristema apicale del germog
Procambio
Sospensore
Endosperma
Proembrione globulare
Cotiledone
Meristema
Cotiledoni
Ipocotiledone
Prima divisione cellulare
Cellula basale
Protoderma
Endosperma
Apice della radice (radichetta)
Cotiledoni
Meristema apicale della radice

polarità!!!!

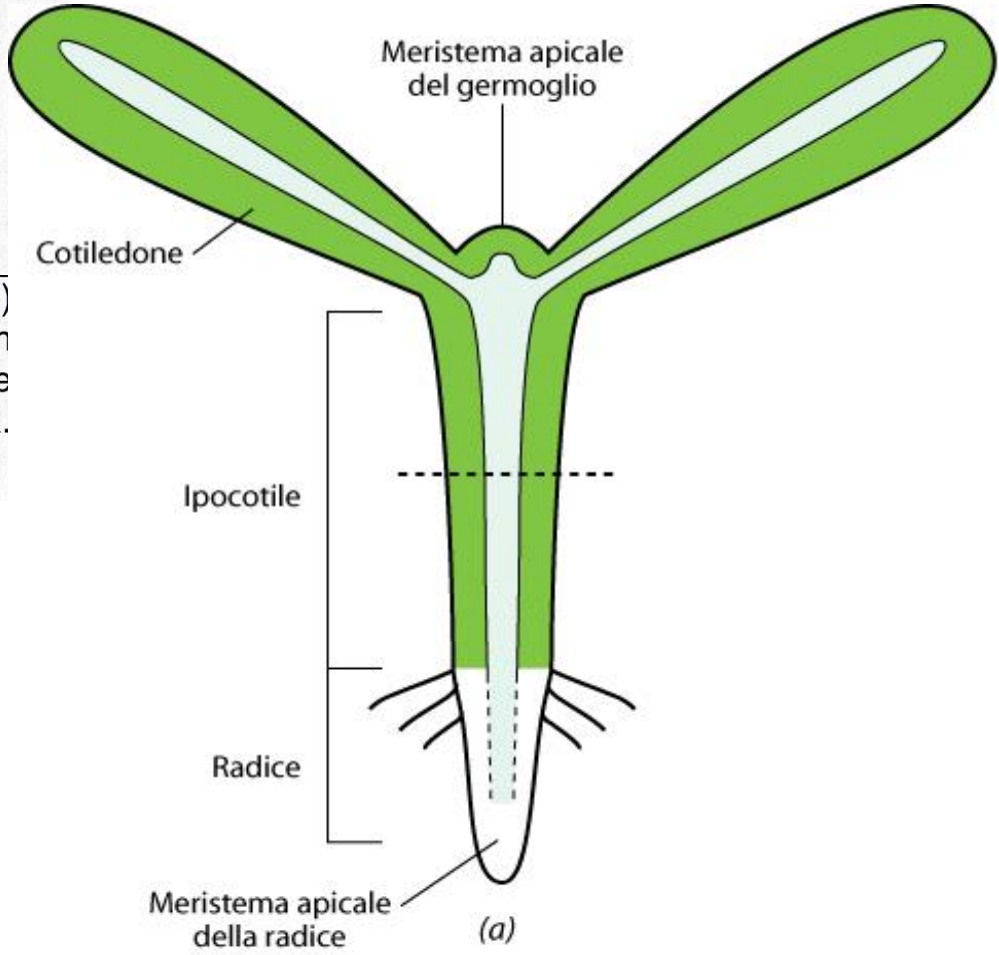
n

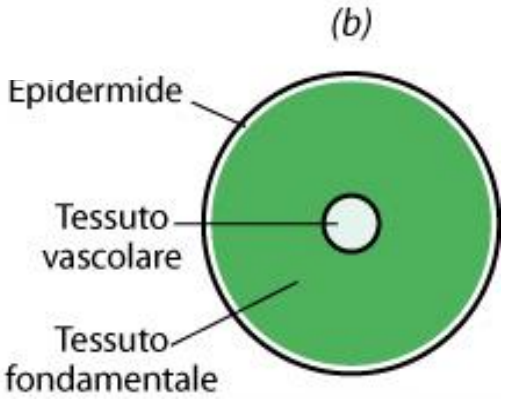

Zygote
2-cell
A
B
EP
S
Globular embryo
C
Heart embryo
SC
En
PE
PV
C
H
R
Early-torpedo embryo
Mid-torpedo embryo
Late torpedo mature embryo

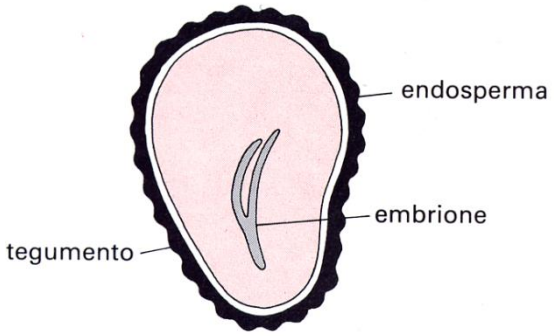


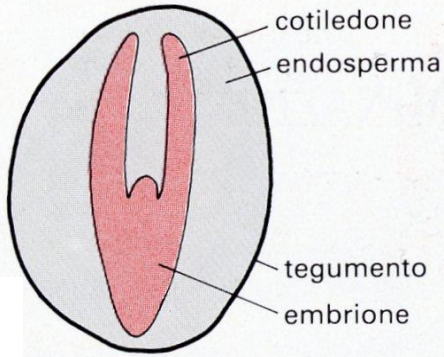
Embrioni maturi di: A) dicotiledoni; B) monocotiledoni; C) gimnosperme. In verde sono rappresentati i cotiledoni, in marrone l'ipocotile, in rosa i meristemi, in blu le prime foglioline differenziate dal meristema apicale (disegno R. Braglia).

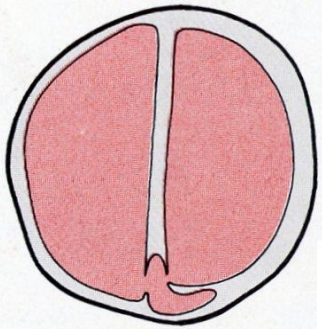
Polarità fusto-radice!!



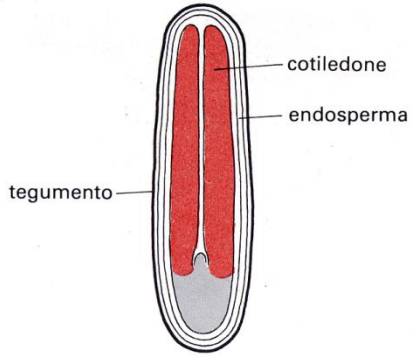




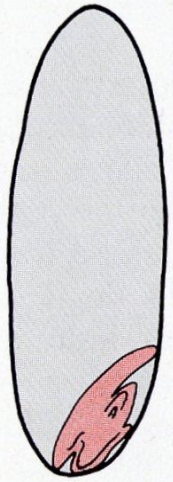




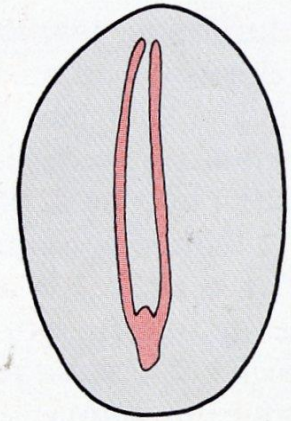
Seme di pisello



Lattuga (riserve contenute prevalentemente nei cotiledoni)



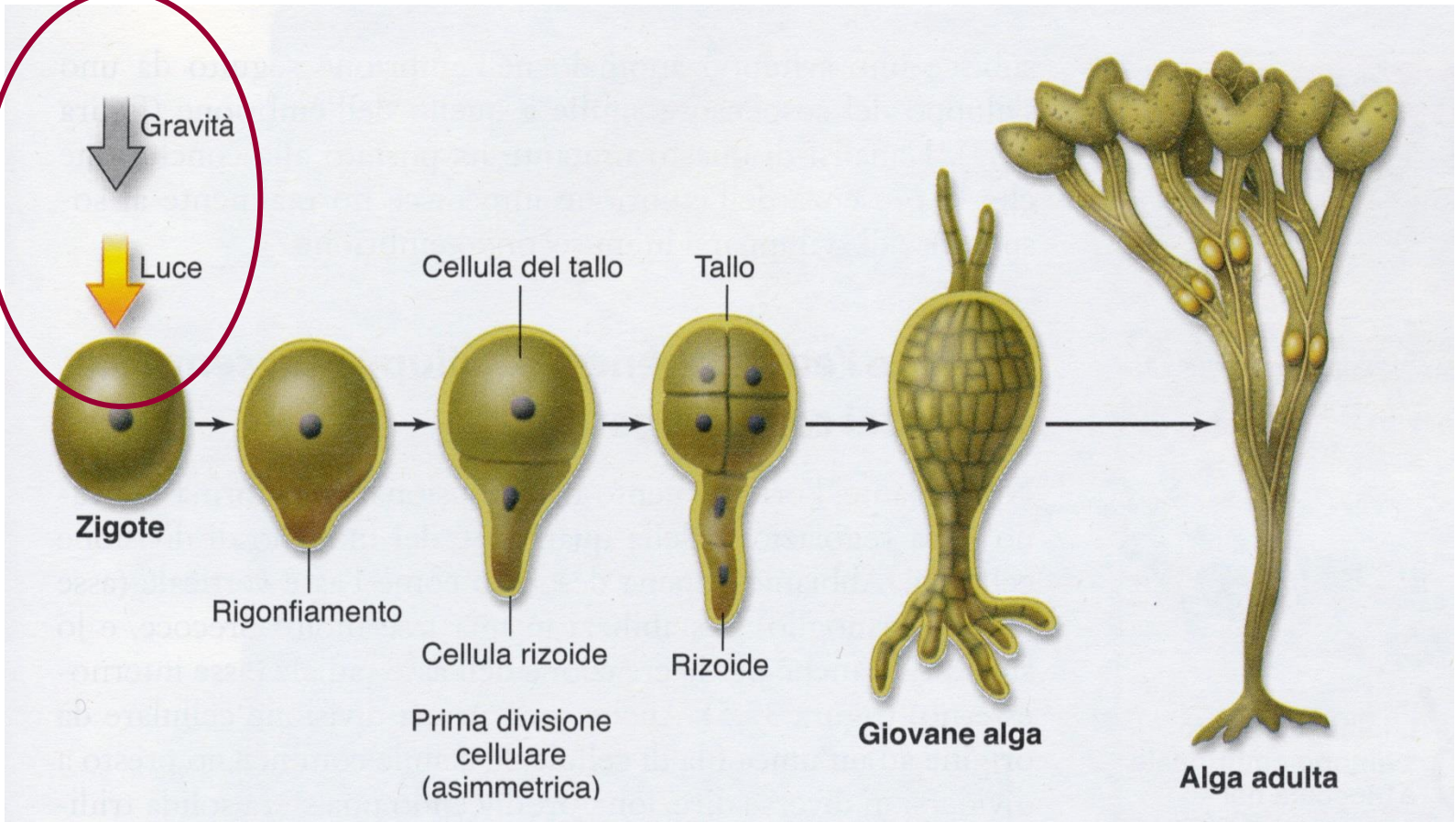
Seme di frumento



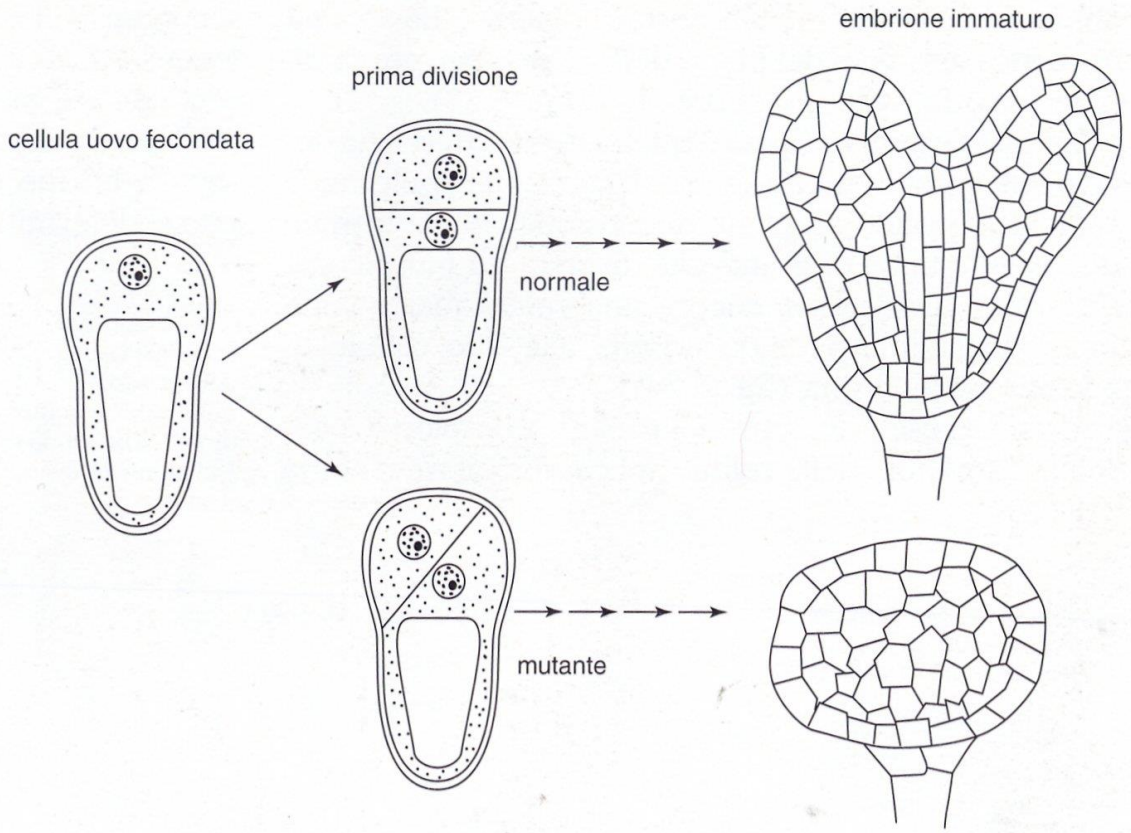
Seme di ricino

In alto a sinistra: schema di un seme tipico in cui si distinguono le parti principali: tegumento, endosperma, embrione. Questo schema fondamentale ha numerose varianti. In molte specie (per esempio il pisello) l'endosperma è praticamente scomparso e le riserve sono contenute nei cotiledoni ingrossati. Nei cereali e in altre monocotiledoni l'embrione è addossato lateralmente all'endosperma che occupa gran parte del seme. In altre specie (ricino) i cotiledoni larghi e sottili non contengono riserve, ma hanno funzione di assorbire i prodotti che derivano dalla demolizione delle riserve durante la germinazione.

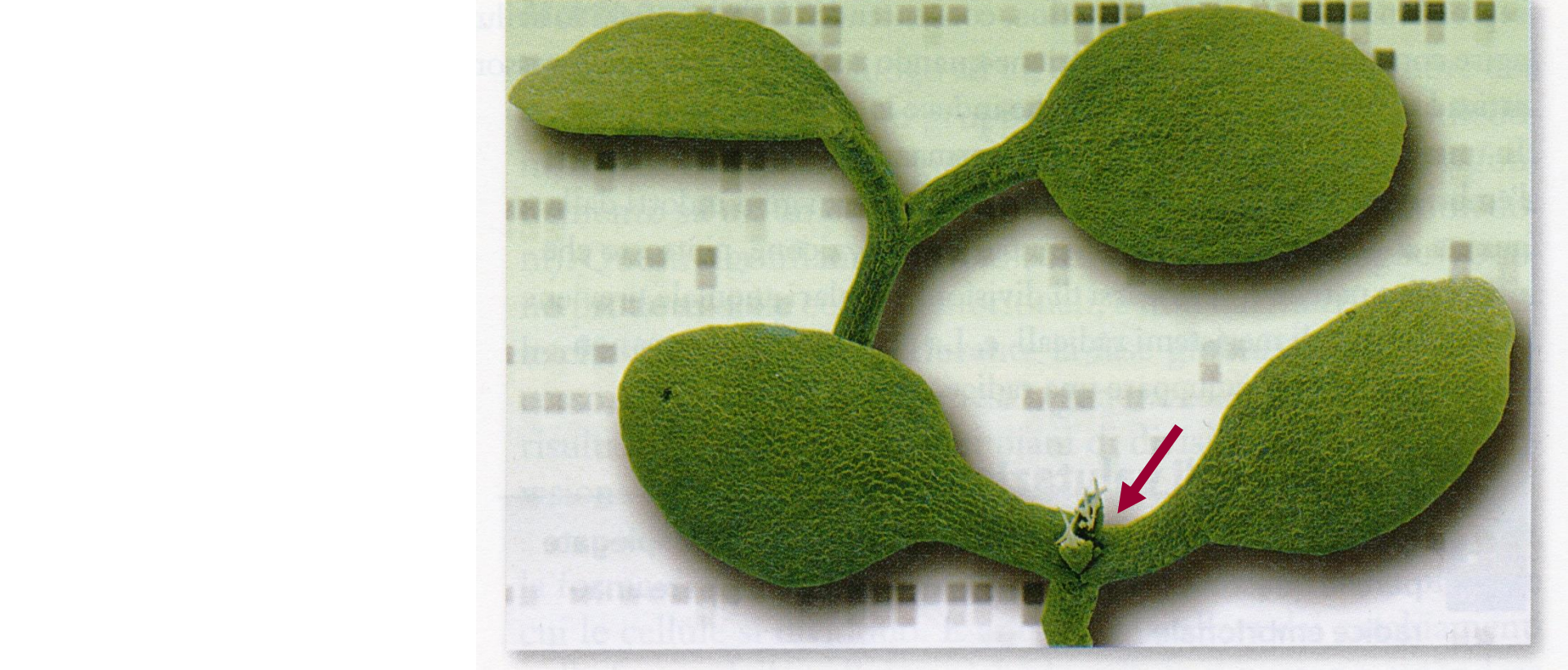
I primi stadi di sviluppo dell'embrione sono impegnativi da studiare, per l'eterogeneità e la complessità della struttura che lo contiene.



Ciò che si sa delle prime divisioni è stato desunto da osservazioni svolte sulle alghe brune (e.g. *Fucus*), il cui embrione non è circondato da tessuti nutritivi e di protezione.



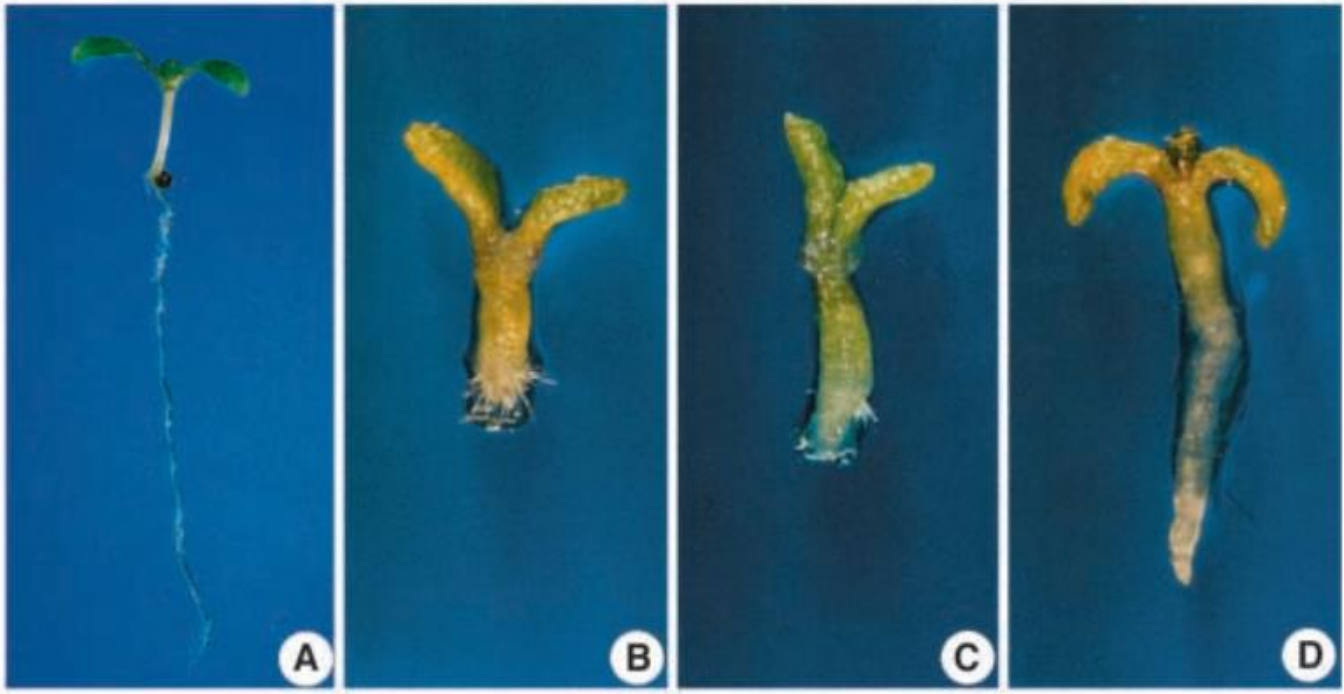
Questa figura mostra quale importanza può avere l'orientamento di un solo piano di divisione cellulare per la determinazione di tutto lo sviluppo successivo.
Normalmente la prima divisione della cellula uovo fecondata avviene secondo un piano perpendicolare all'asse maggiore. In Arabidopsis è stato trovato un mutante «gnom» (gnomo) in cui il primo piano di divisione è obliquo rispetto all'asse maggiore della cellula uovo anziché perpendicolare. Basta questo cambiamento per dare origine a un embrione anormale in cui non si ha polarità fusto-radice. (Per la polarità, v. cap. 8, pag. 282).



Il gene SHOOTMERISTEMLESS è necessario per la formazione del meristema apicale del fusto. A

Geni germoglio-specifici →proteine per la formazione del meristema apicale, ma non di quello della radice.

Qui si confronta mutante (in alto) e “selvatico” (in basso).

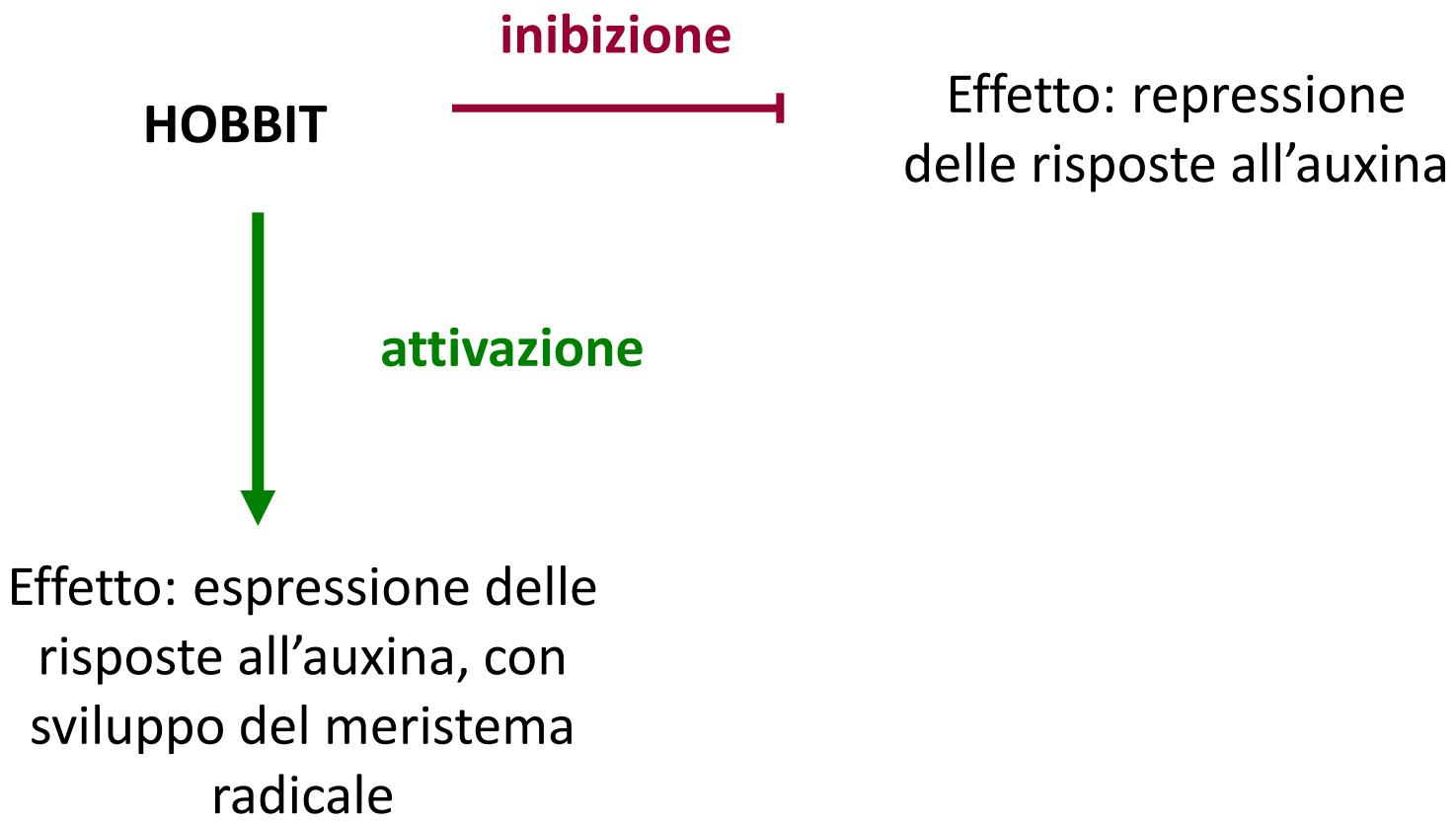


hbt seedling phenotype. Appearance of seedlings 7 days after germination on 0. 8% plantagar. (A) Wild-type seedling. (B) hbt^{2311} homozygote; (C) $hbt^{GVII\text{-}24/1}$ homozygote; (D) hbt^{e56} homozygote. Mutant seedlings are shown at 4× magnification of the wild-type seedling.

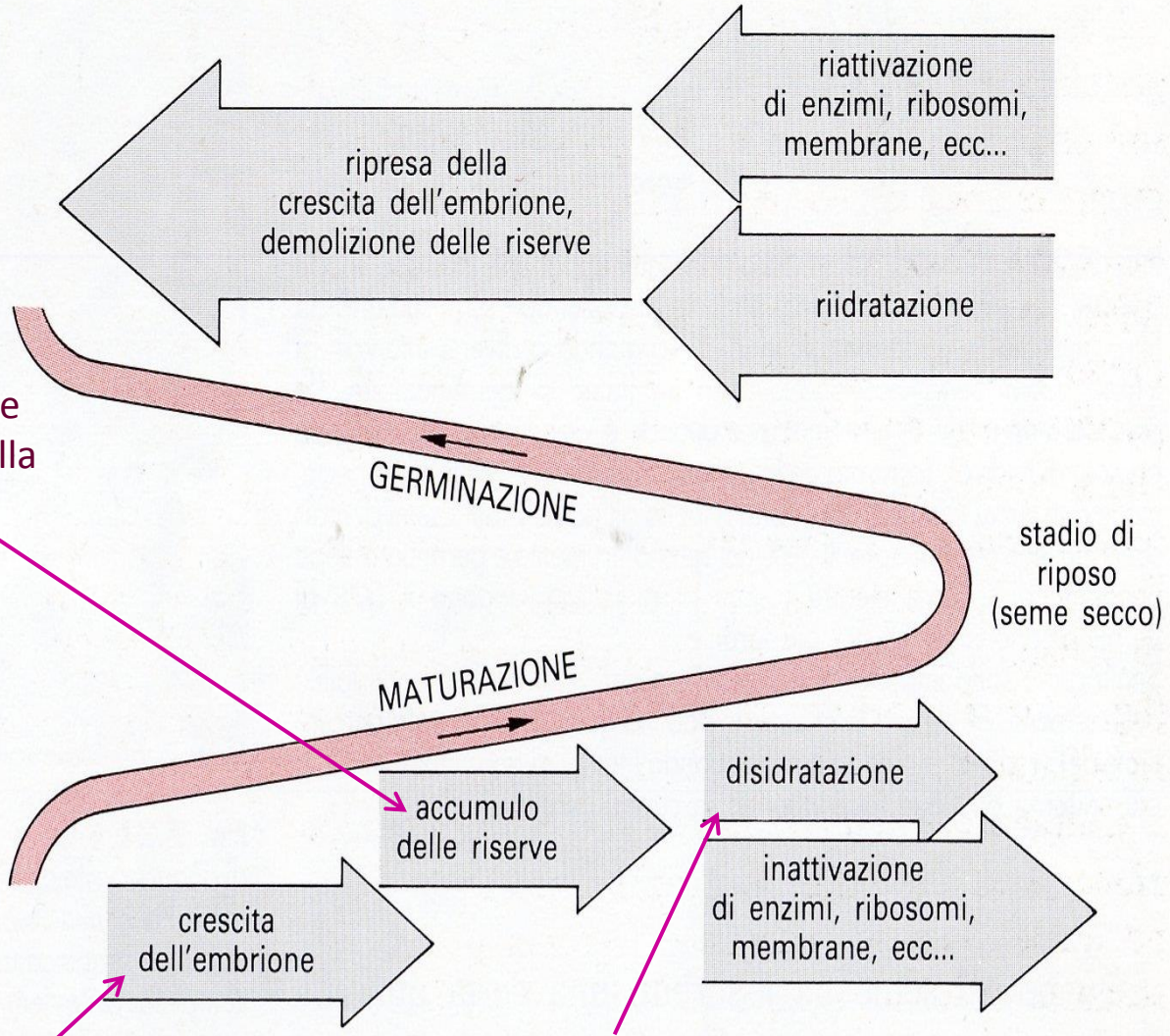
Development 125, 521-531 (1998)
Printed in Great Britain © The Company of Biologists Limited 1998
DEV0141

The *HOBBIT* gene is required for formation of the root meristem in the *Arabidopsis* embryo

Il gene HOBBIT sopprime la repressione della risposta a un fitormone, l'auxina (acido indolacetico), che induce anche la crescita radicale.



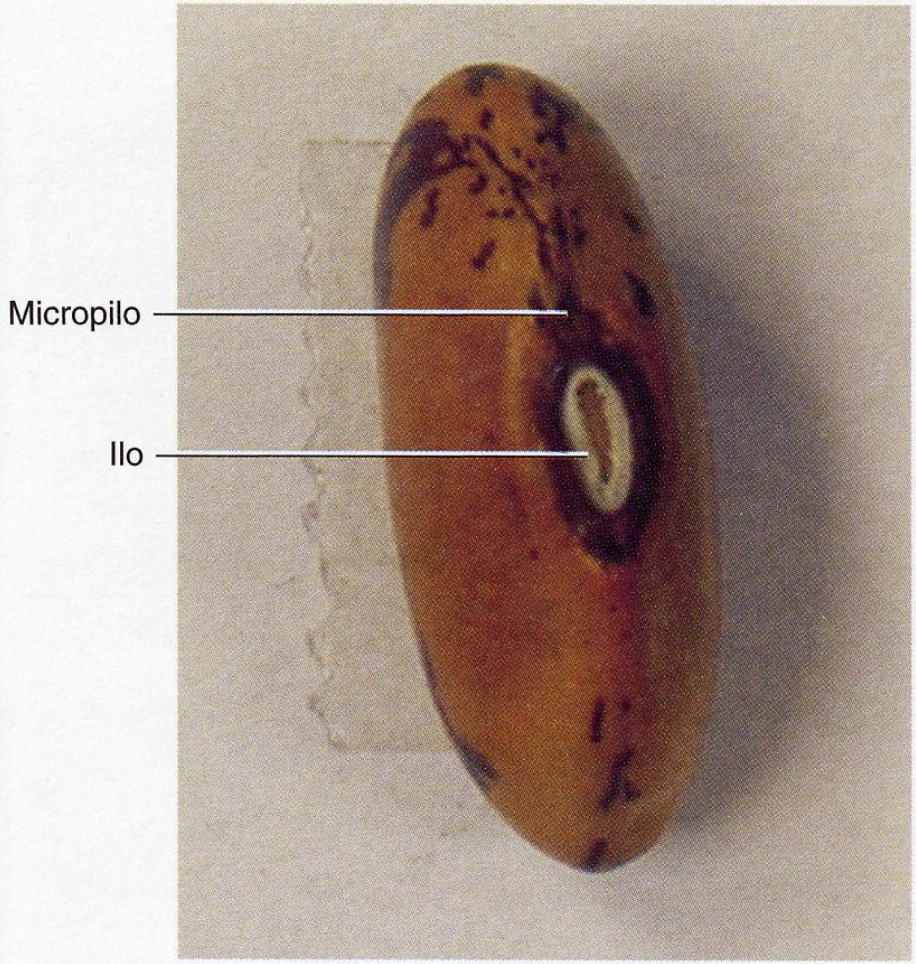
sostanze di riserva, che vengono depositate nell'embrione, nei cotiledoni o nell'endosperma, contenuto d'acqua elevato e stabile e l'embrione acquisisce la tolleranza alla successiva fase



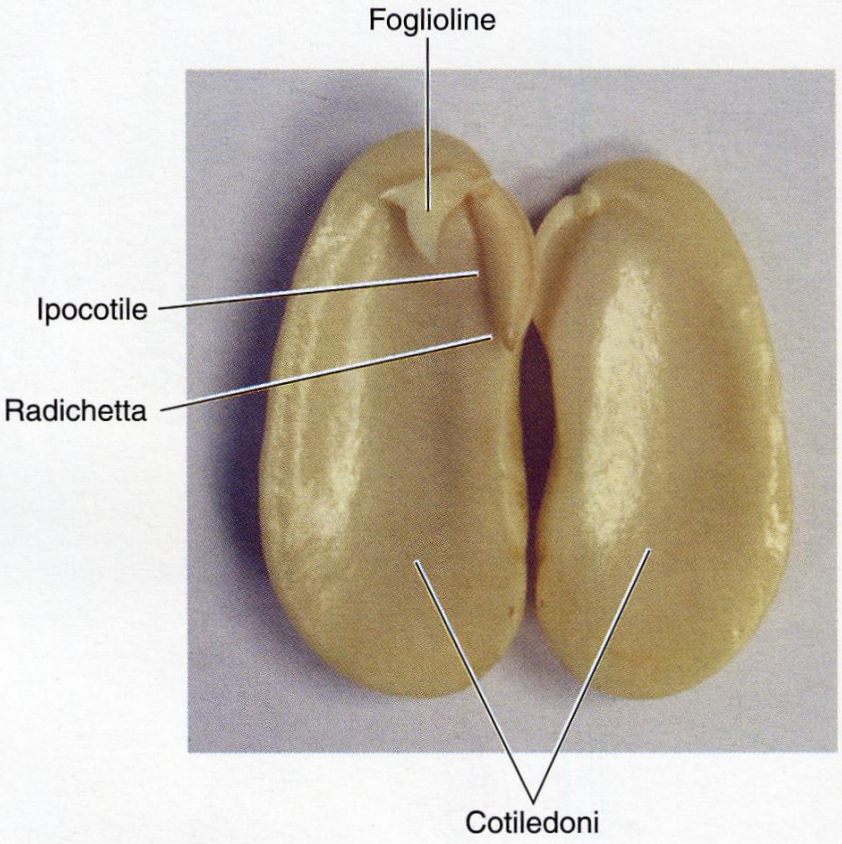
La maturazione e la germinazione di un seme sono paragonabili a un tornante in una strada di montagna. Durante la germinazione vengono ripercorse in senso inverso le tappe che hanno portato alla maturazione. Contrariamente a quanto indicato nello schema lo stadio di riposo dura normalmente molto più delle fasi di maturazione e germinazione. Il periodo di maturazione si misura a settimane, e quello di germinazione a giorni, ma lo stadio di riposo si misura a mesi, anni, decenni...

Embriogenesi: divisioni cellulari dello zigote →formazione dell'embrione = aumento di acqua e di sostanze organiche

perdita d'acqua (dal 70%-80% a 10%-15%) → rallentamento del metabolismo, aumento della resistenza alle situazioni ambientali sfavorevoli (e.g. basse ed alte temperature) → quiescenza

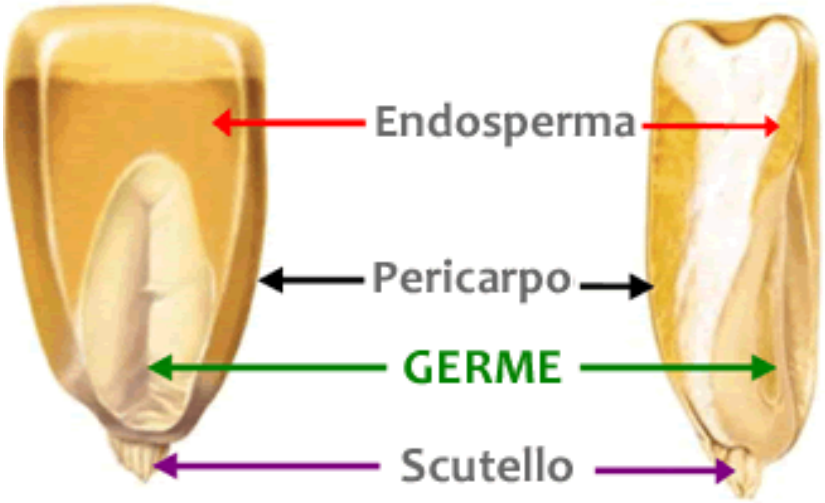


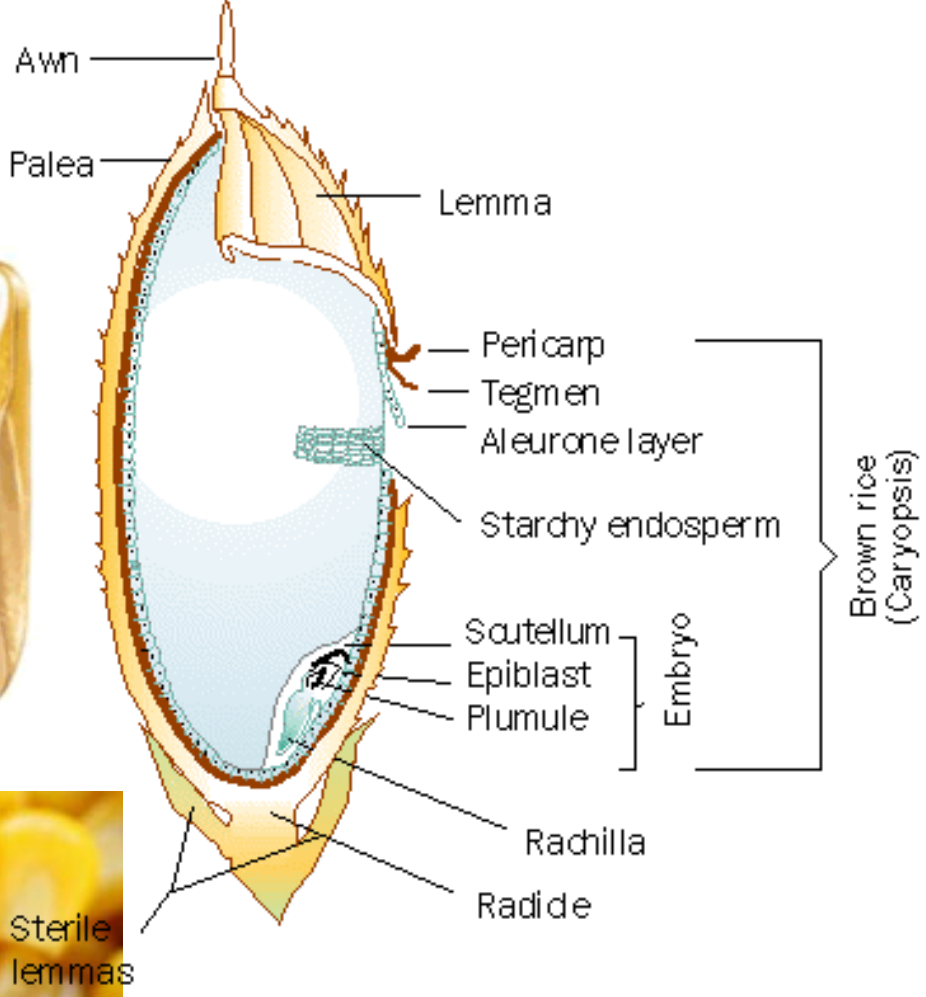
Seme di fagiolo in cui è possibile riconoscere l'ilo ed il micropilo (foto di A. Spada).



Seme esalbuminoso di fagiolo. Il seme è stato privato dei tegumenti ed i cotiledoni sono stati separati per mostrare l'asse embrionale con le prime foglioline già formate (foto di A. Spada).

La **cariosside** del mais (*Zea mais*) è un **frutto**!!!





Cosa sta succedendo intanto a ciò che resta del fiore? Molte parti sono andate subito perse (il fiore «sfiorisce»), ma se c'è stata fecondazione (e in certi casi, anche in assenza di ciò), l'insieme dei carpelli o il ricettacolo si accrescono a formare il **FRUTTO**.

F(x) dei frutti….

1) proteggere i semi nella fase di formazione;
2) facilitarne la conservazione nelle stagioni avverse;
3) incrementare o assicurare la capacità di dispersione.

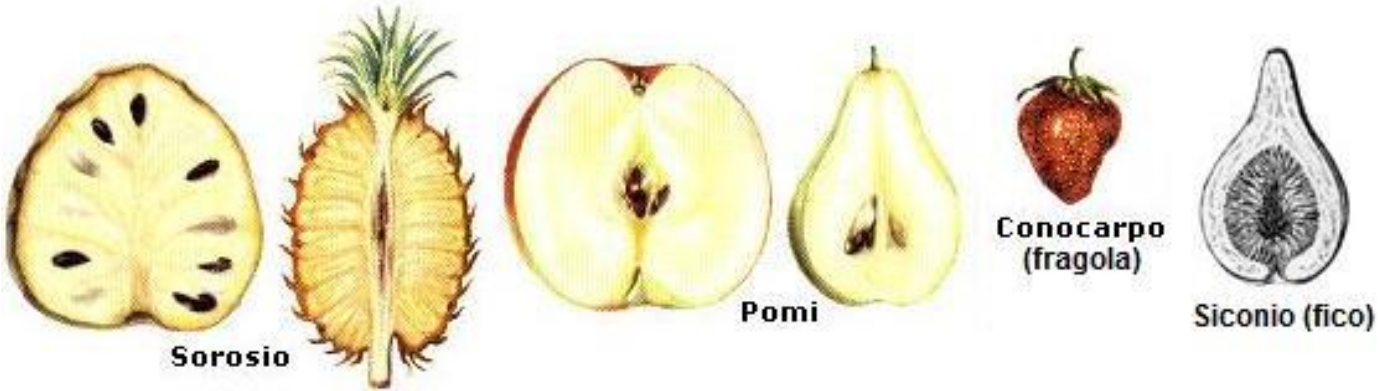
FRUTTI

VERI

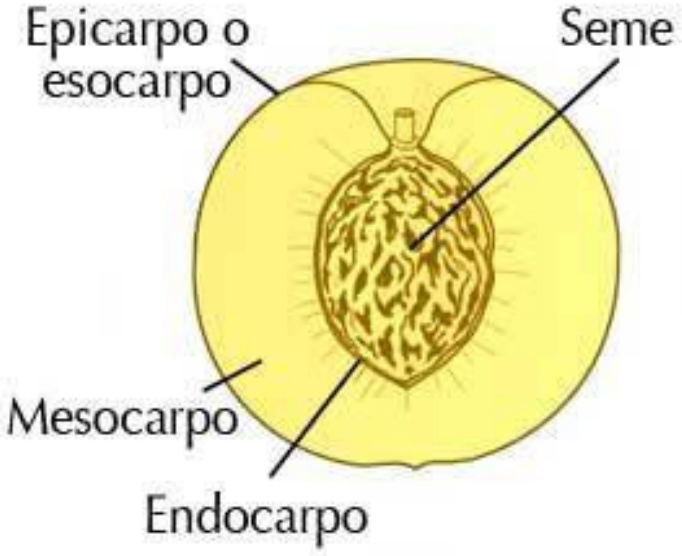
- derivano dal carpello o sue parti
- dopo la fecondazione, i carpelli sviluppano tre strati distinti (pericarpo): 1) epicarpo o **esocarpo** = epidermide esterna → caratteri organolettici dei frutti; 2) **mesocarpo** = tessuto della zona centrale del frutto = polpa dei frutti carnosi; 3) **endocarpo** = parte più interna, può lignificare → nocciolo con i semi all' interno.

FALSI

- derivano da trasformazioni di altre parti del fiore, ad es. del ricettacolo (infruttescenze)

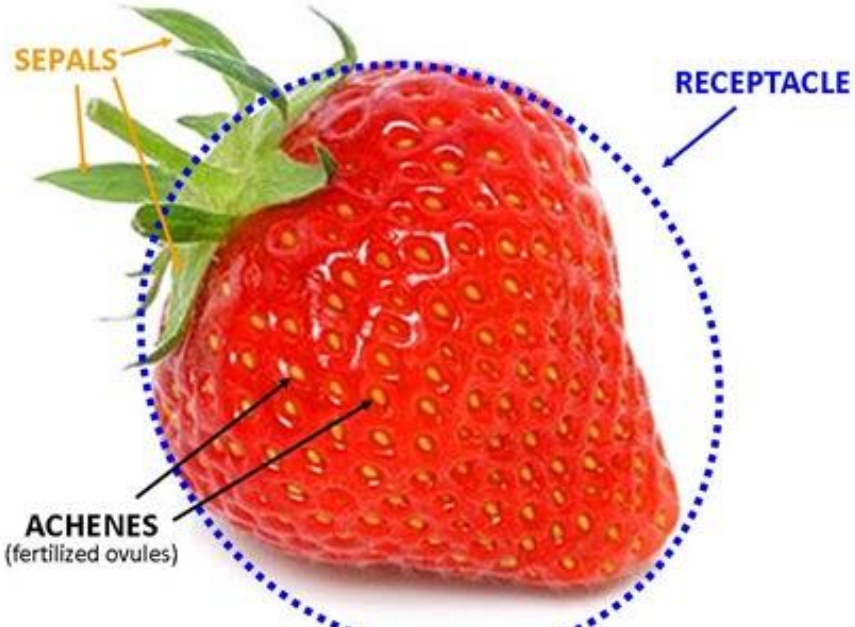


FRUTTI VERI **drupa**

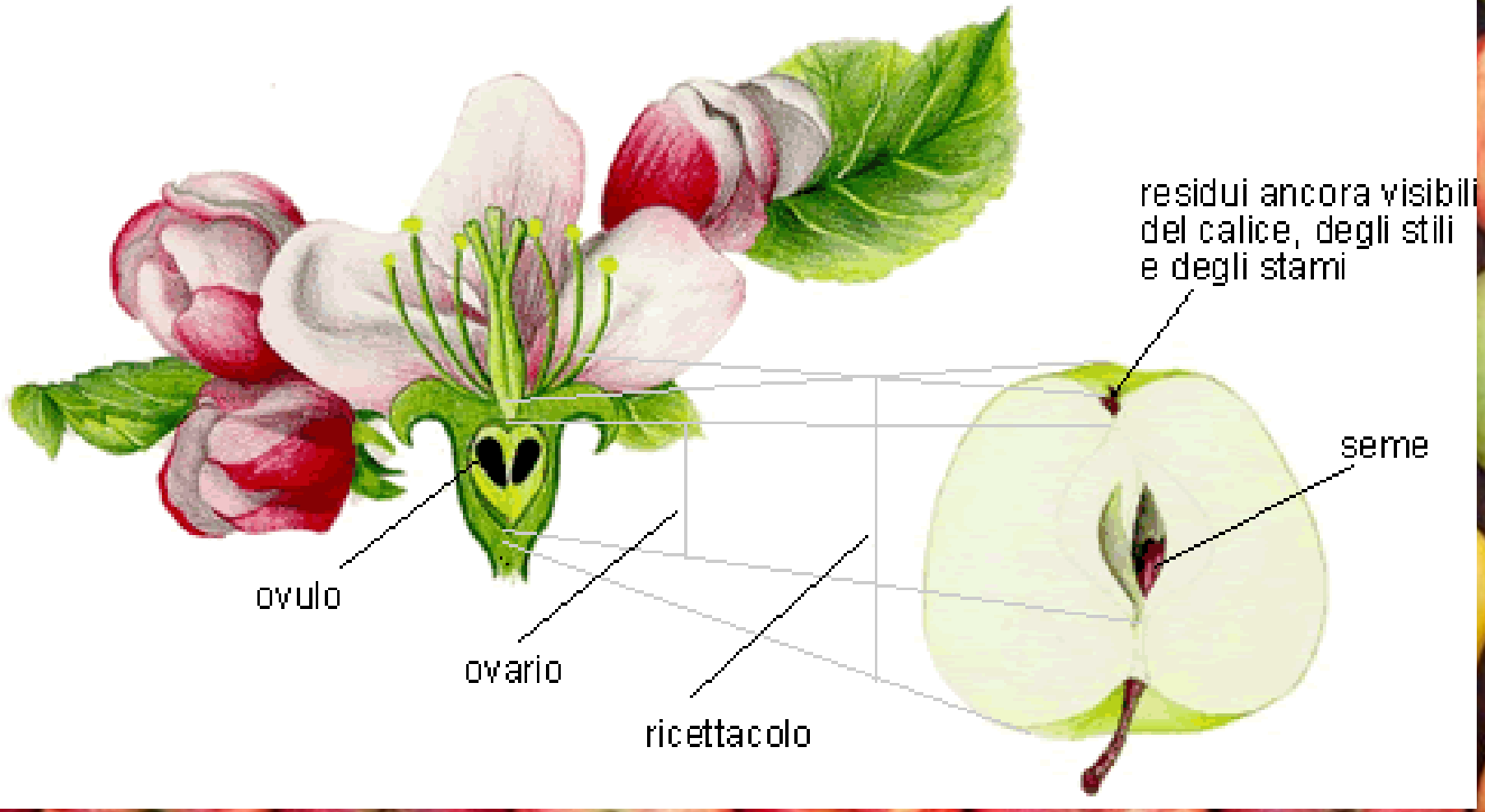


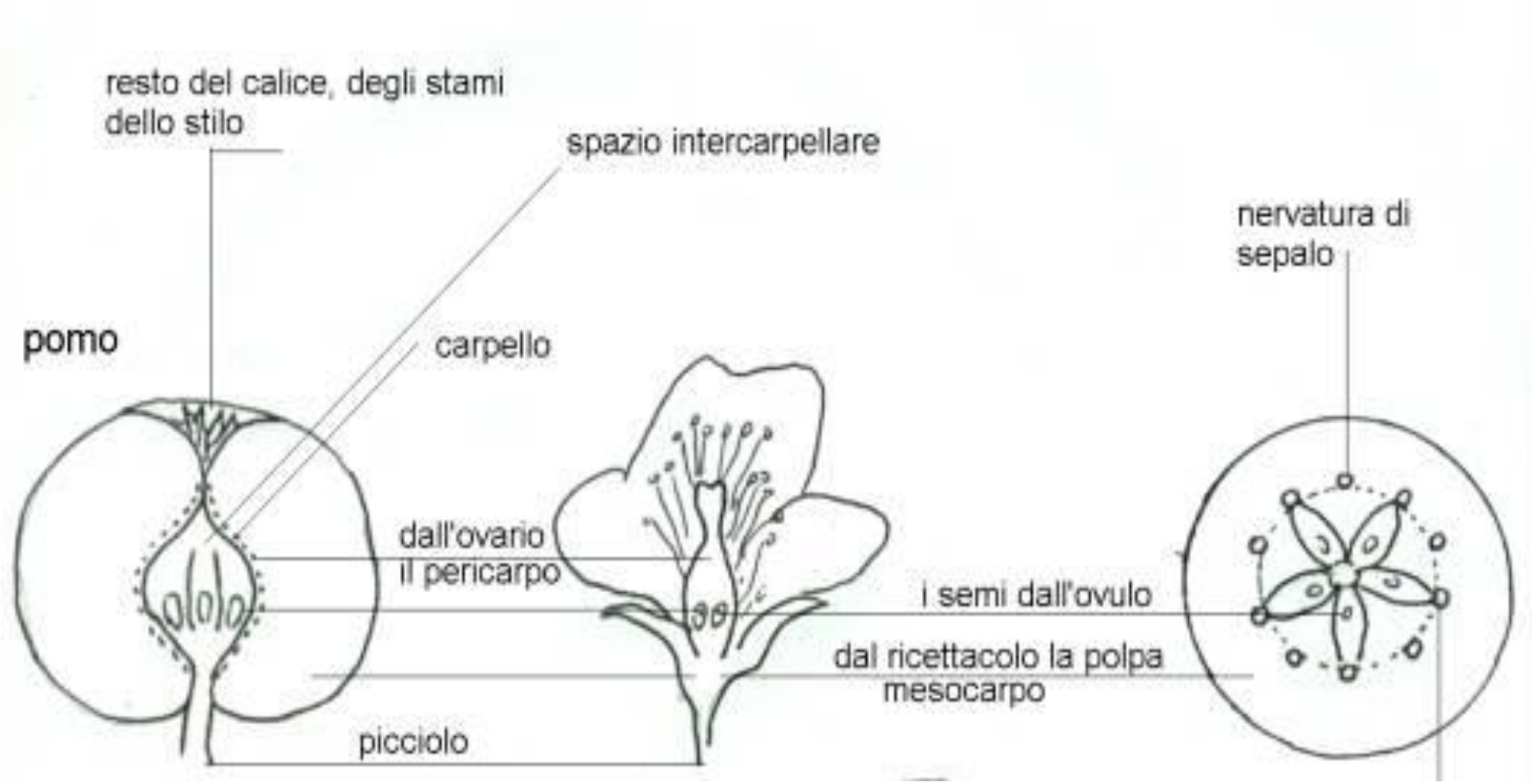
conocarpo

FRUTTI FALSI



Un esempio di **FALSO FRUTTO**: il **pomo del melo**



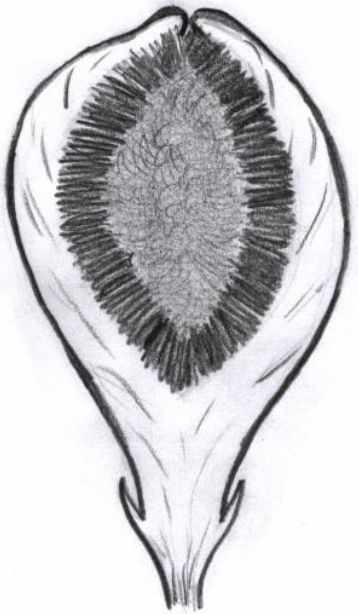


Nervatura del petalo

SICONO (o Siconio)

fiore femminile
ingrandito

fiore maschile
ingrandito



Sìcono di Ficus carica
(sezione a grandezza naturale)

Melograno, *Punica granatum*

- **Balausta**
- Bacca (!!!) sviluppatasi assieme al calice fiorale
- I semi sono gli **arilli** (ricoperti da una polpa)

SOROSIO

- **Ananas** (Ananas comosum, Bromeliaceae), **gelso**
- Falso frutto aggregato derivante dal concettacolo, false drupe strettamente sviluppatesi assieme

FRUTTI CARNOSI

DRUPA

EPICARPO: membranoso

MESOCARPO: carnoso

ENDOCARPO: legnoso

AGGREGATO DI DRUPE = POLIDRUPA

BACCA

EPICARPO: membranoso

MESOCARPO: carnoso

ENDOCARPO: carnoso

Semi immersi direttamente nella polpa

BALAUSTIO

BACCA MODIFICATA

ESPERIDIO

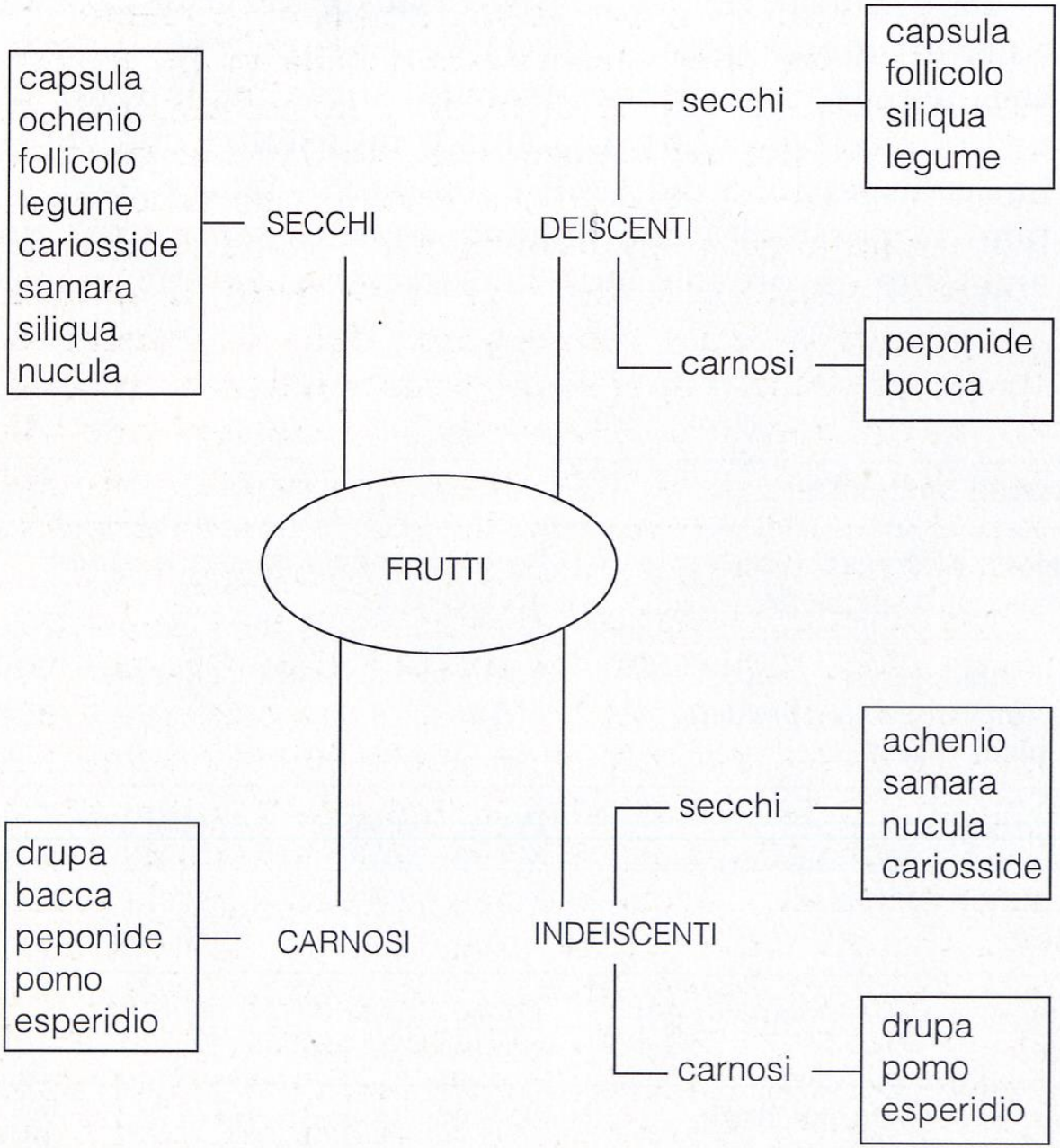
EPICARPO: membranoso
MESOCARPO: carnoso

ENDOCARPO: membranoso si ripiega a circondare peli ghiandolari succosi, formando gli spicchi

PEPONIDE

EPICARPO e MESOCARPO: fusi e carnosi

ENDOCARPO: deliquescente a maturità



Classificazione di differenti tipi di frutti.

Principali tipi di frutti secchi

deiscenti

capsula
a deiscenza
poricida (papavero)

capsula a deiscenza
trasversale
(giusquiamo)

capsula a deiscenza
valvare (viola)

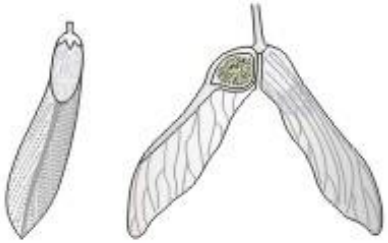
follicolo
(colchico)

siliqua
(cavolo)

legume
(fagiolo)

Indeiscenti

achenio (tarassaco)



samara (frassino, acero)

nucula o noce (nocciolo)

cariosside (mais)

(da M.Ferrari e D.Medici - Alberi e arbusti in Italia, ridisegnato)

Il seme ha caratteristiche tali che da solo o grazie alla struttura che lo contiene/li contengono (il “FRUTTO”), può:

1) **Acquisire una quiescenza o cominciare subito a crescere**;

«**ORTODOSSO**»: il seme deve subire un drastico processo di disidratazione dei tessuti, sia di riserva che embrionali (<10-15% di acqua in peso);

«**RECALCITRANTE**»: (e.g. quelli di molti nostri alberi: querce, aceri, castani e ippocastani) il seme deve trovare le condizioni ambientali adatte per la germinazione e l’attecchimento della nuova pianta.

2) **viaggiare**: seme = principale responsabile della diffusione delle specie vegetali → semi e frutti possiedono adattamenti morfologici che ne determinano le capacità di spostamento/trasporto.

DISSEMINAZIONE: processo naturale che permette la dispersione dei semi, facilitando l'occupazione di nuovi territori alla ricerca di condizioni ambientali più favorevoli, diminuendo la concorrenza tra le plantule.

→ le piante fruiscono di nessuno, uno o più agenti di dispersione (policoria)