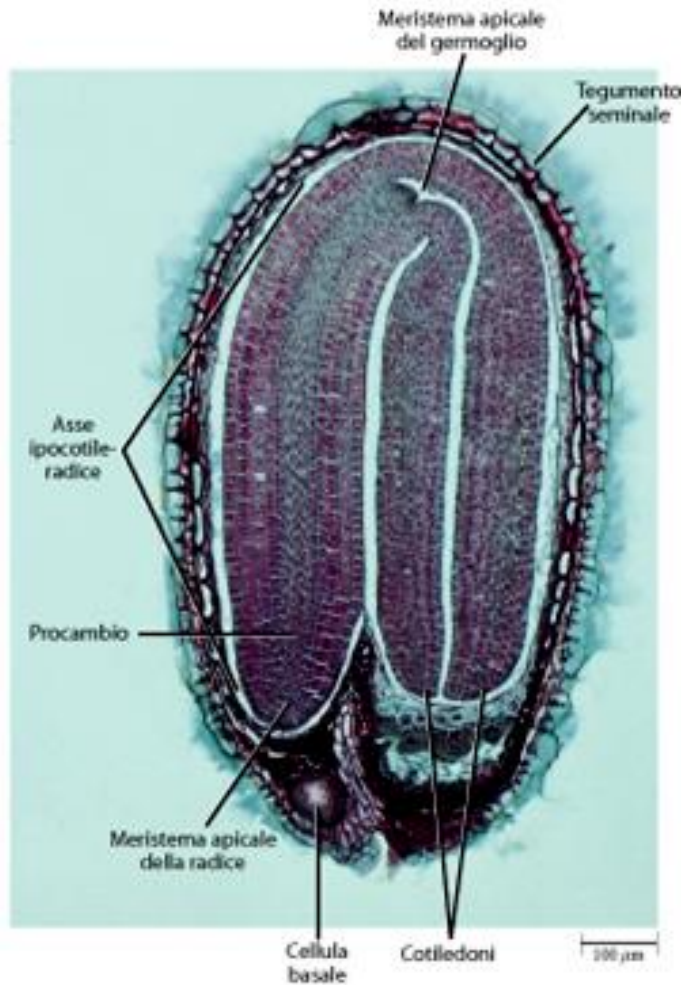


EMBRIOGENESI



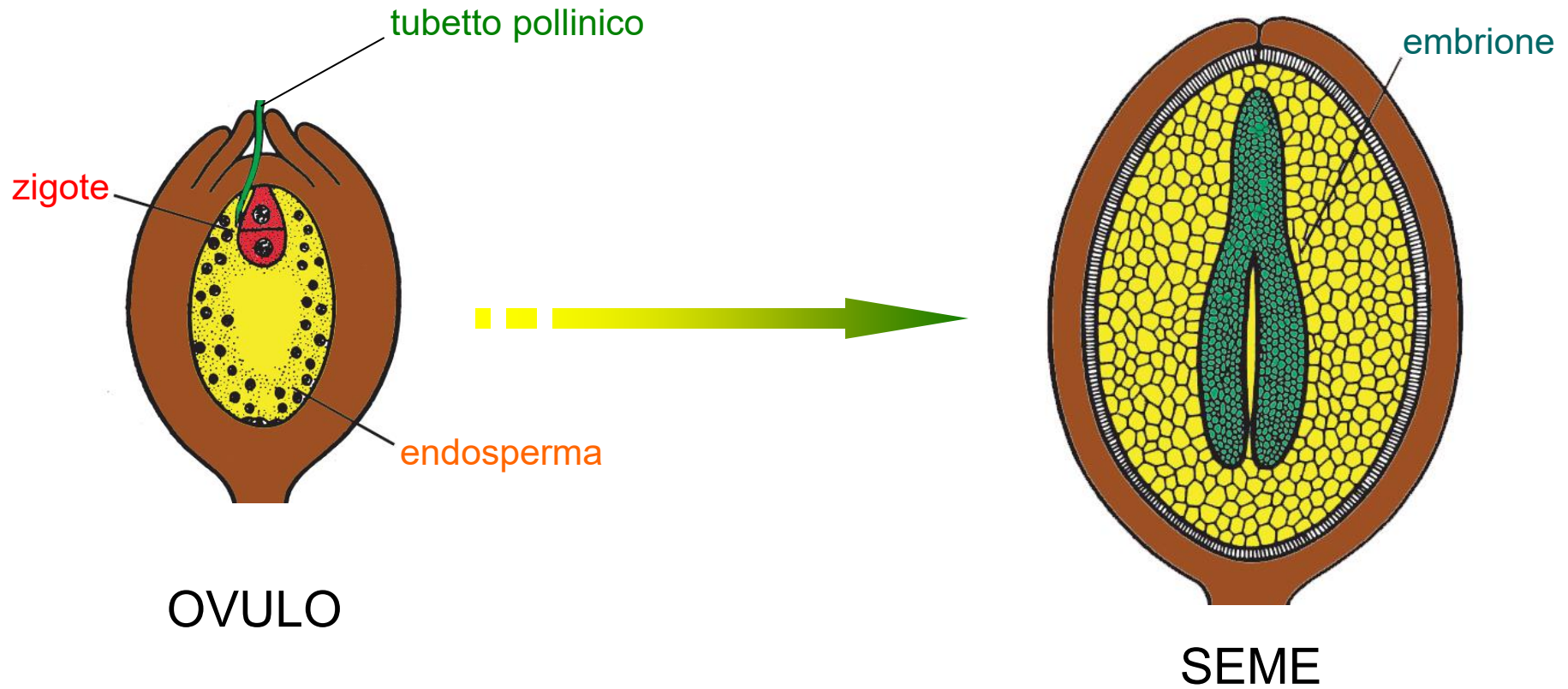
Micrografia al microscopio ottico del seme di *Capsella bursa-pastoris*



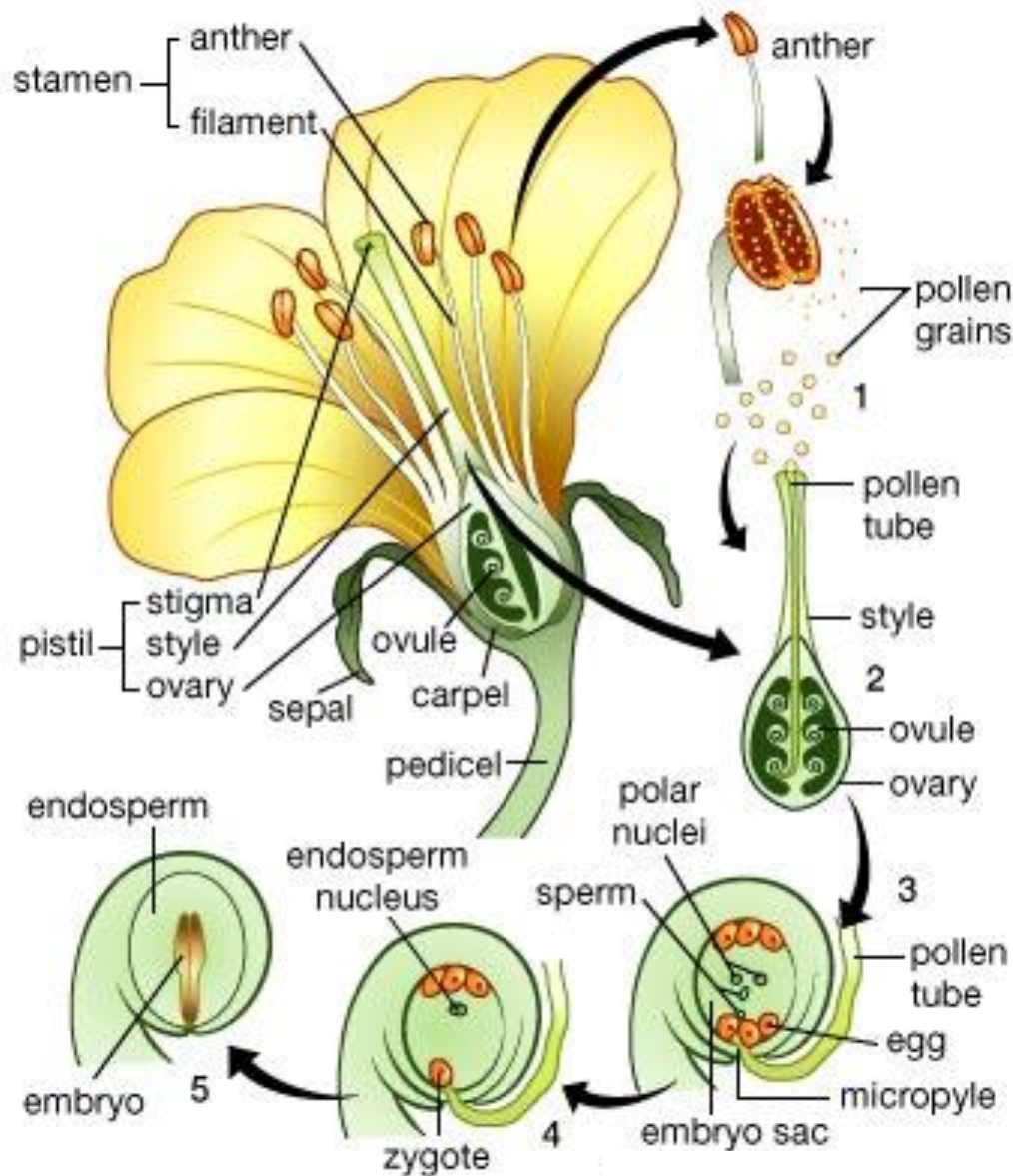
Capsella bursa-pastoris

L'EMBRIOGENESI HA INIZIO CON LA FECONDAZIONE...

...e termina con la formazione dell'embrione



RIPRODUZIONE SESSUALE NELLE ANGIOSPERME



PIANTE = EMBRIOFITE

In tutte le piante lo zigote forma un embrione, per questo il termine **embriofita** è un sinonimo di pianta

Piante (= embriofite)

PIANTE NON VASCOLARI



Briofite

PIANTE VASCOLARI (= TRACHEOFITE)

CRITTOGAME VASCOLARI



Pteridofite

PIANTE A SEME (=SPERMATOFITE)



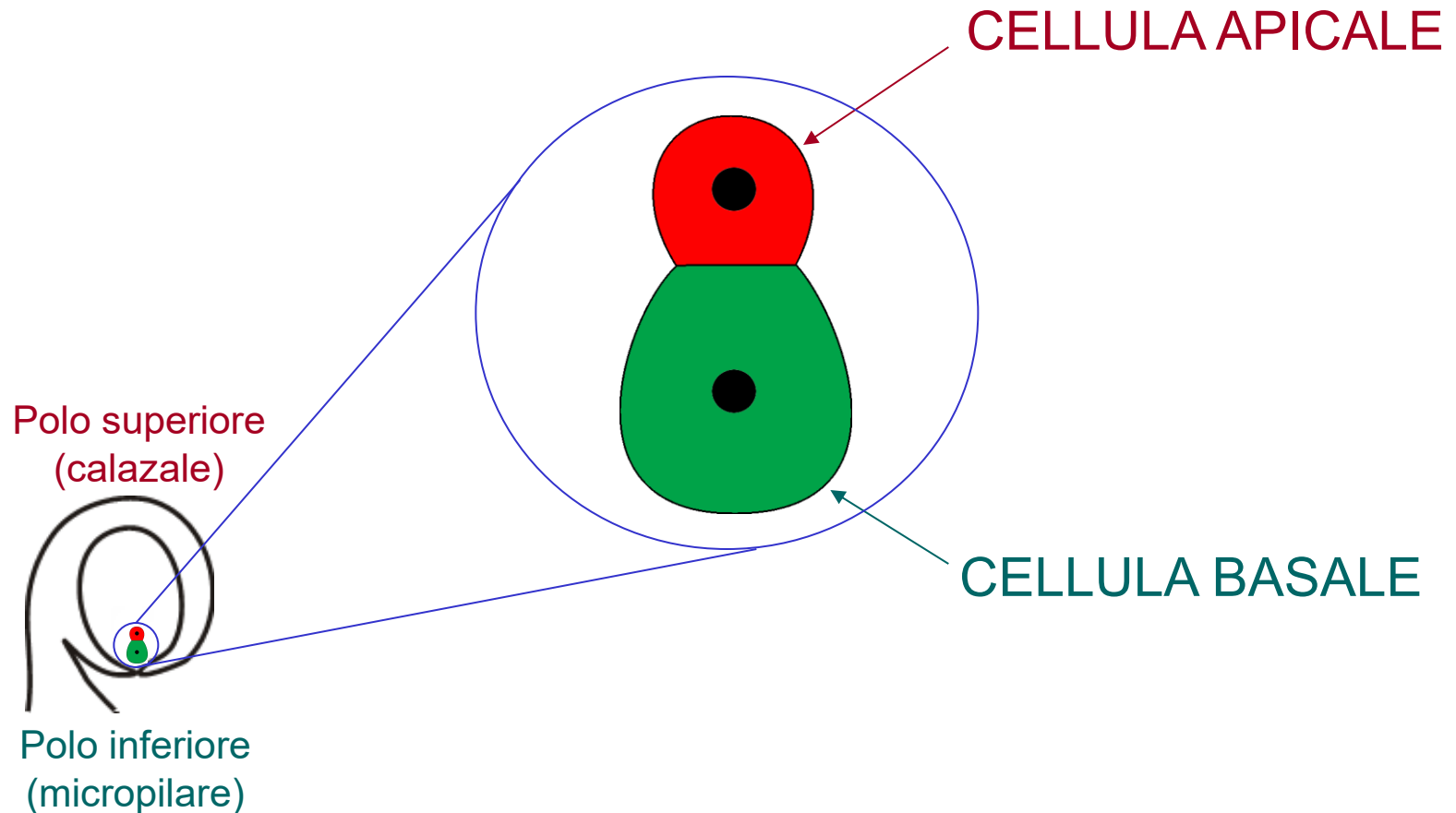
Gimnosperme



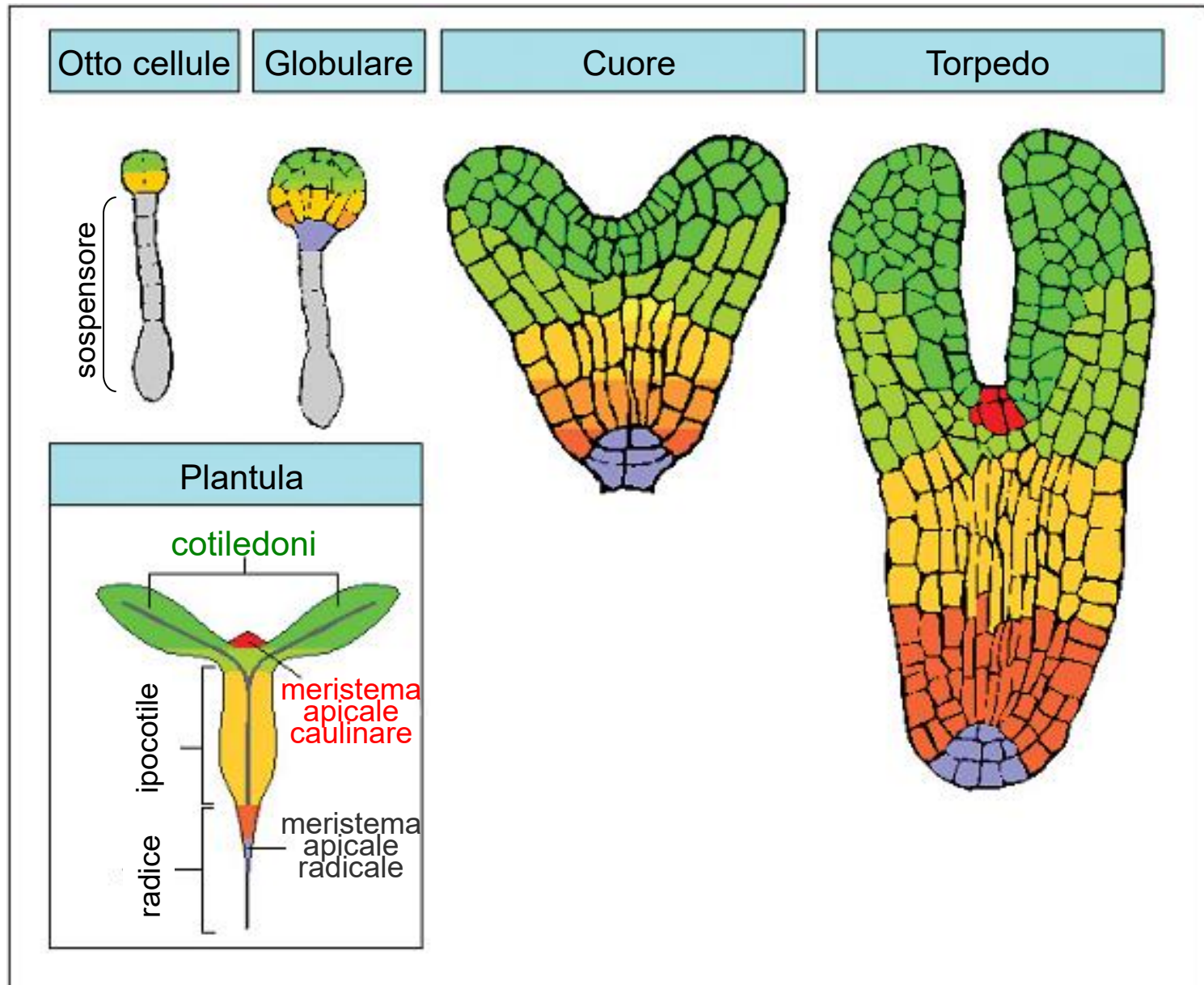
Angiosperme

LA PRIMA DIVISIONE DELLO ZIGOTE È ASIMMETRICA E TRASVERSALE

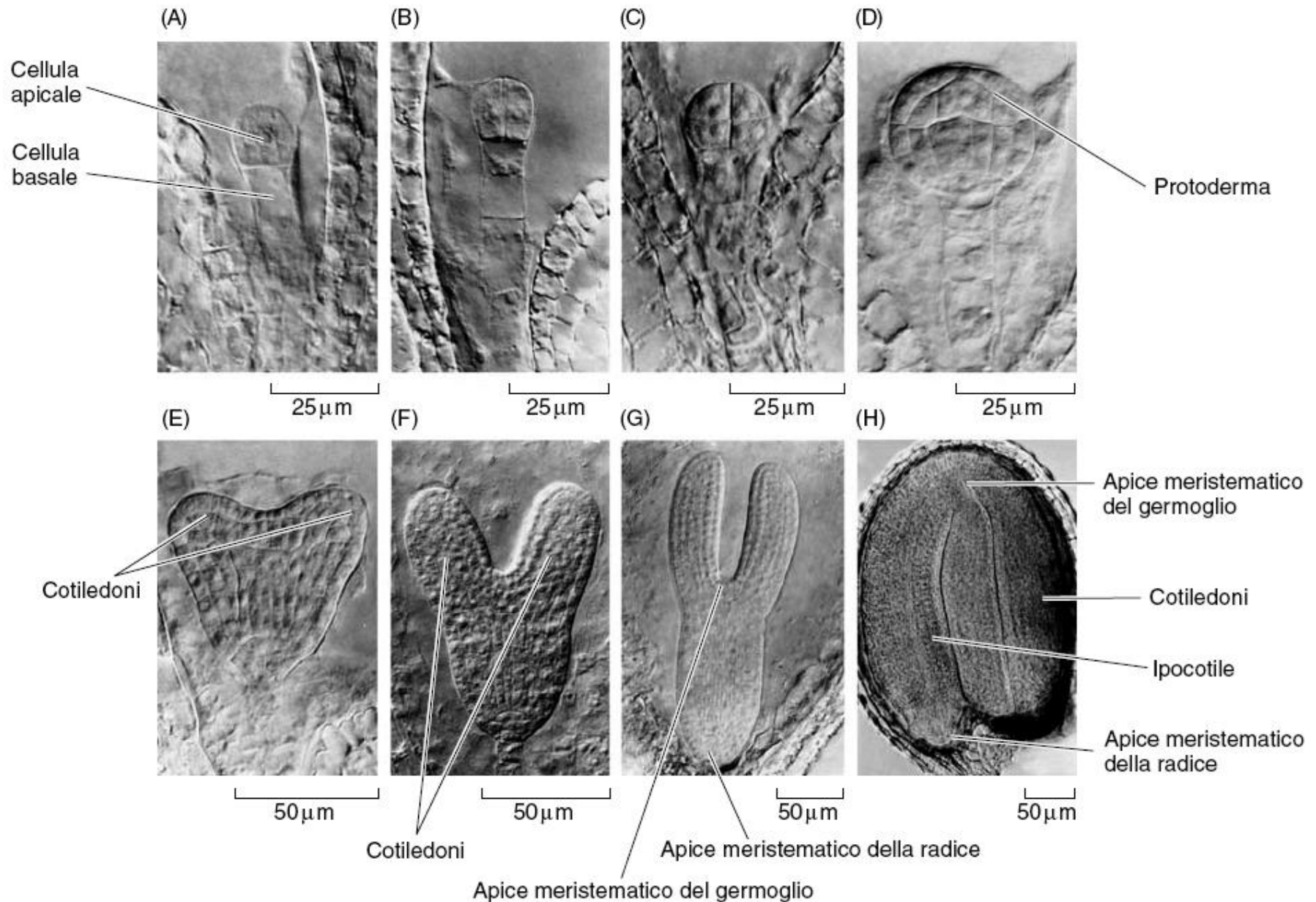
Con la prima divisione mitotica dello zigote si stabilisce la **POLARITÀ** dell'embrione



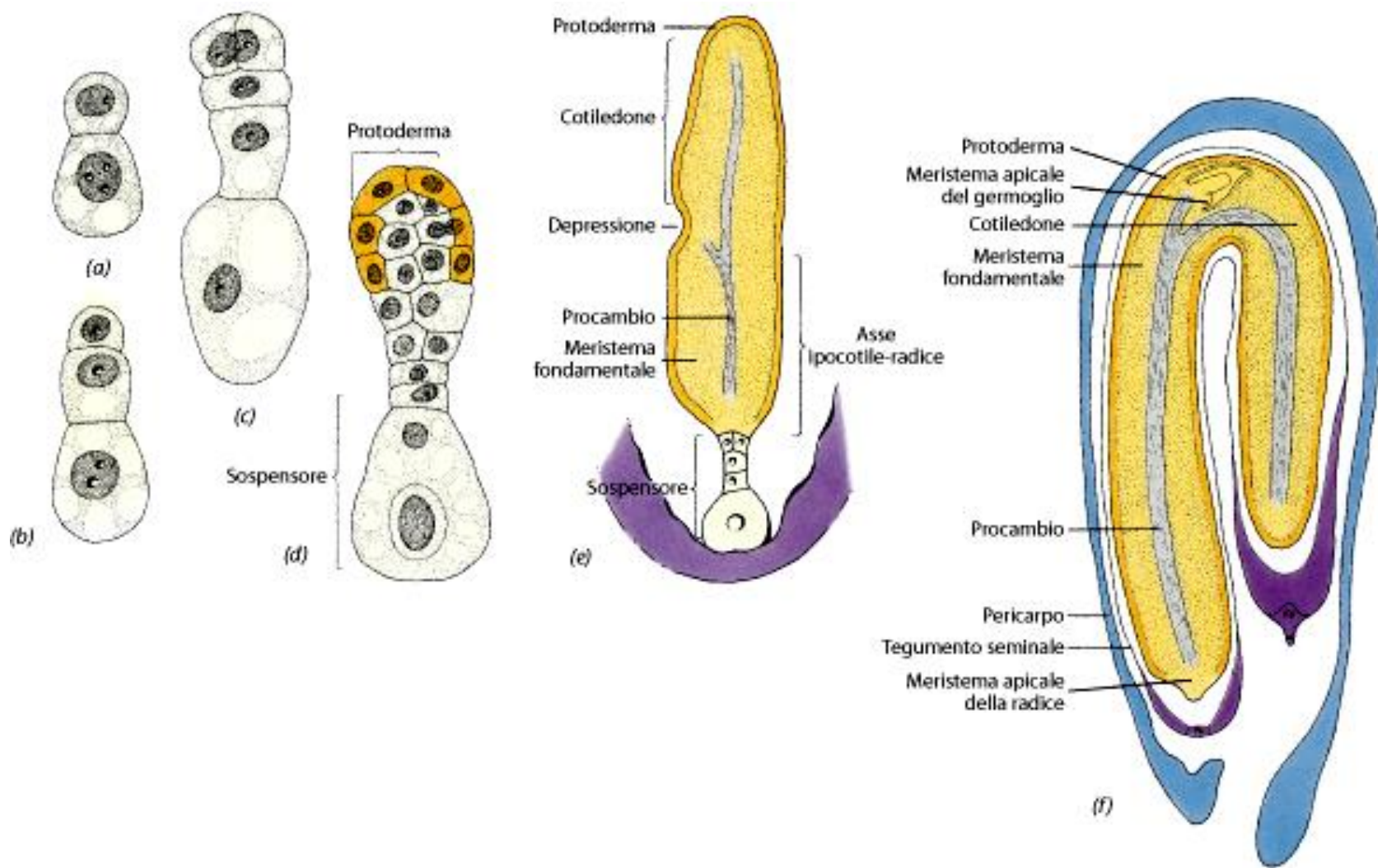
SVILUPPO EMBRIONALE NELLE DICOTILEDONI



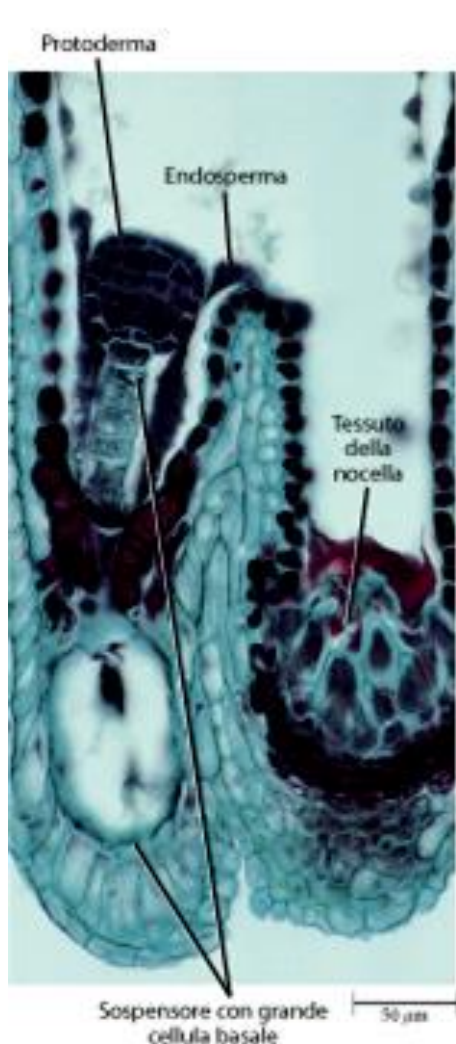
SVILUPPO EMBRIONALE NELLE DICOTILEDONI



SVILUPPO EMBRIONALE NELLE MONOCOTILEDONI



LE FUNZIONI DEL SOSPENSORE SONO:



1. Ancorare l'embrione al micropilo

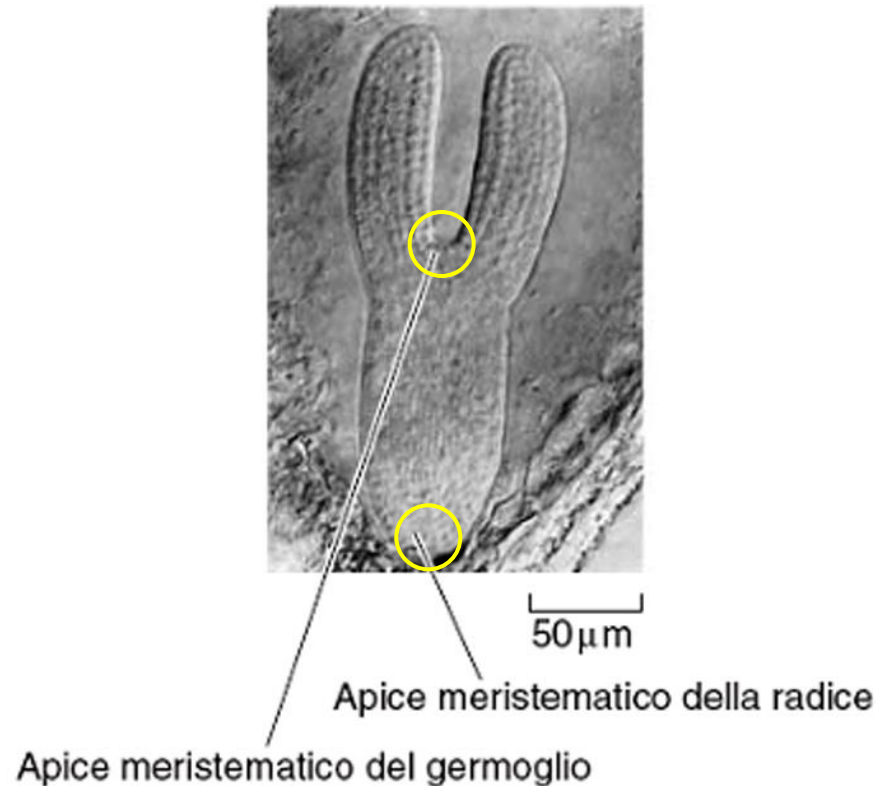
2. Spingere l'embrione all'interno dell'endosperma

3. Trasferire all'embrione nutrienti e regolatori di crescita

Con il procedere dello sviluppo il sospensore va incontro a PCD, pertanto è assente nel seme maturo

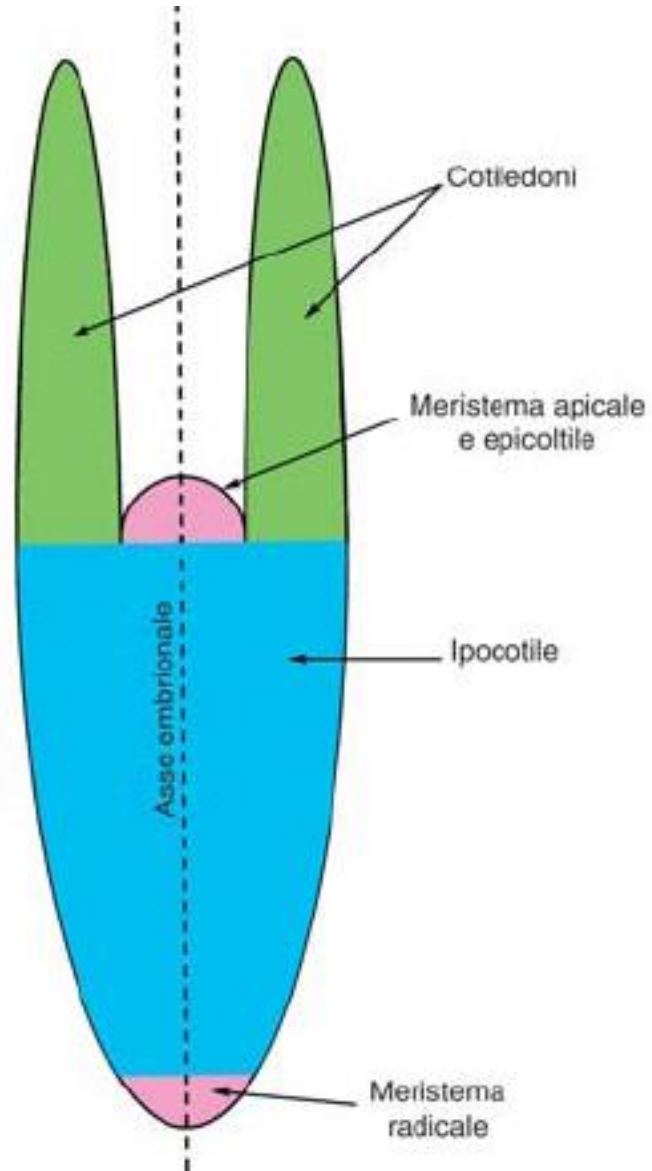
MERISTEMI PRIMARI (= APICALI)

Nelle fasi precoci dello sviluppo embrionale tutte le cellule dell'embrione sono mitoticamente attive....



...nelle fasi successive le divisioni mitotiche si concentrano agli apici dell'embrione

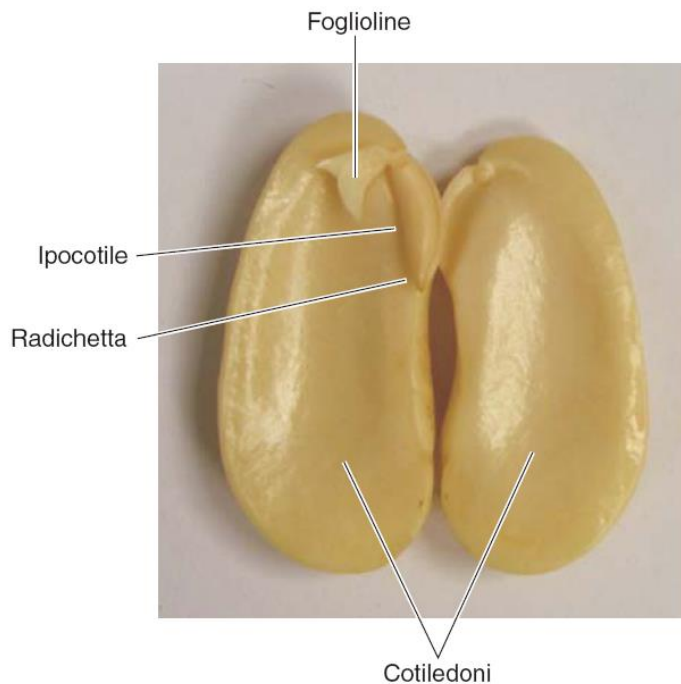
L'EMBRIONE MATURO



L'EMBRIONE MATURO

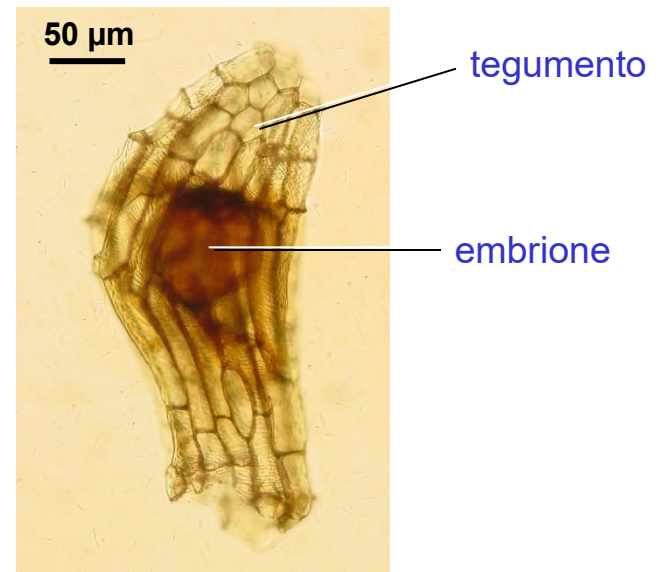
Lo stadio di sviluppo nel quale l'embrione entra in quiescenza varia da specie a specie

In alcuni casi ciò avviene in una fase di sviluppo molto avanzata



Phaseolus vulgaris

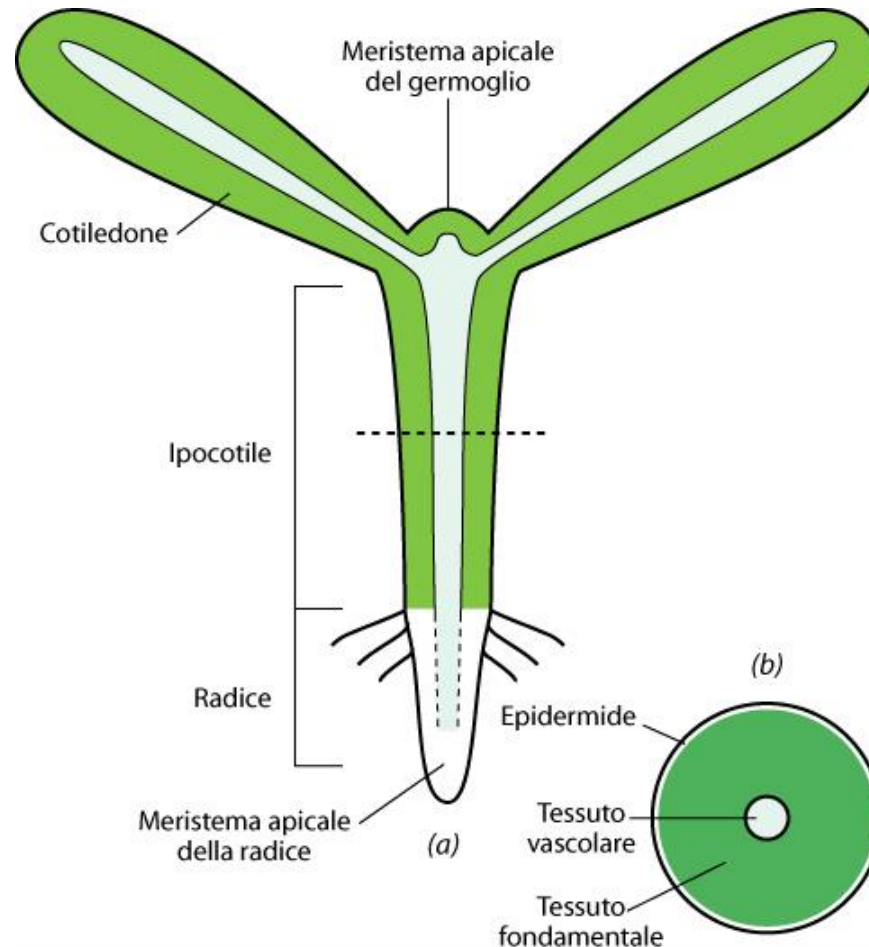
In altri casi l'embrione maturo è in una fase di sviluppo molto precoce



Orchis provincialis

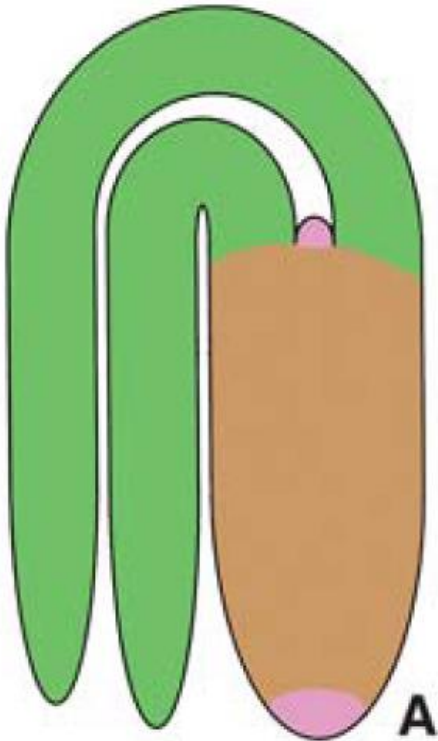
L'EMBRIONE MATURO

Nell'embrione maturo è già possibile riconoscere l'organizzazione apice-base e l'organizzazione radiale che caratterizzano le piante

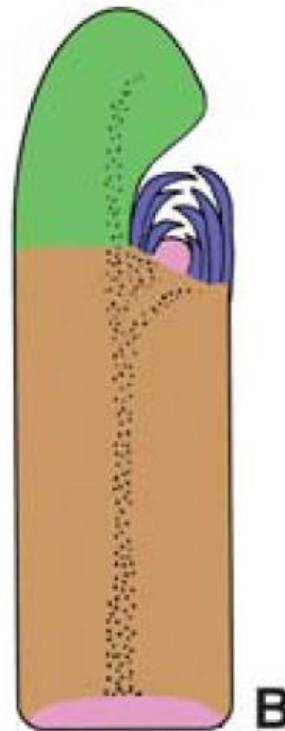


L'EMBRIONE MATURO

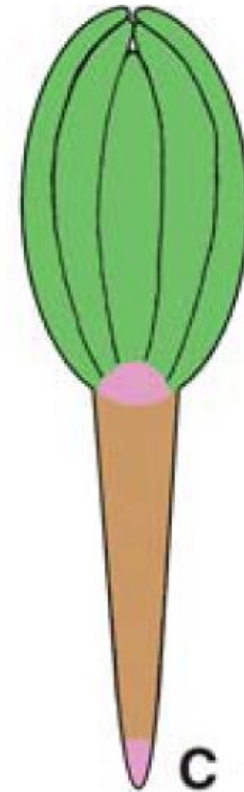
Gli embrioni, pur presentando un piano strutturale simile, non sono tutti uguali, soprattutto per ciò che riguarda il numero di cotiledoni



Dicotiledoni
2 cotiledoni



Monocotiledoni
1 cotiledone



Gimnosperme
fino a 15 cotiledoni

IL SEME



COS'È IL SEME?

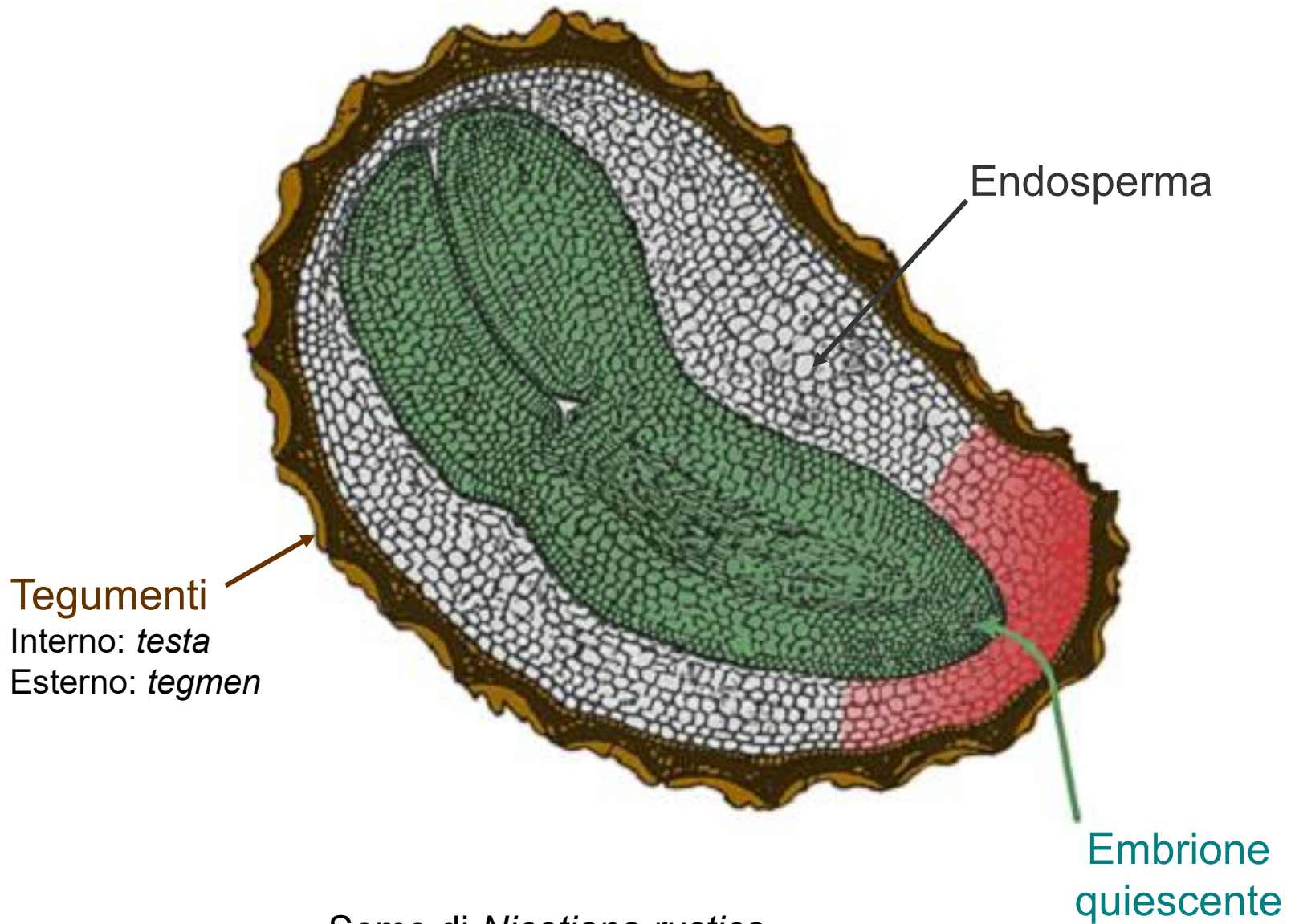


MATURAZIONE

OVULO

SEME

DA QUALI PARTI È COSTITUITO IL SEME?



Seme di *Nicotiana rustica*

LE PRINCIPALI FUNZIONI DEL SEME SONO:

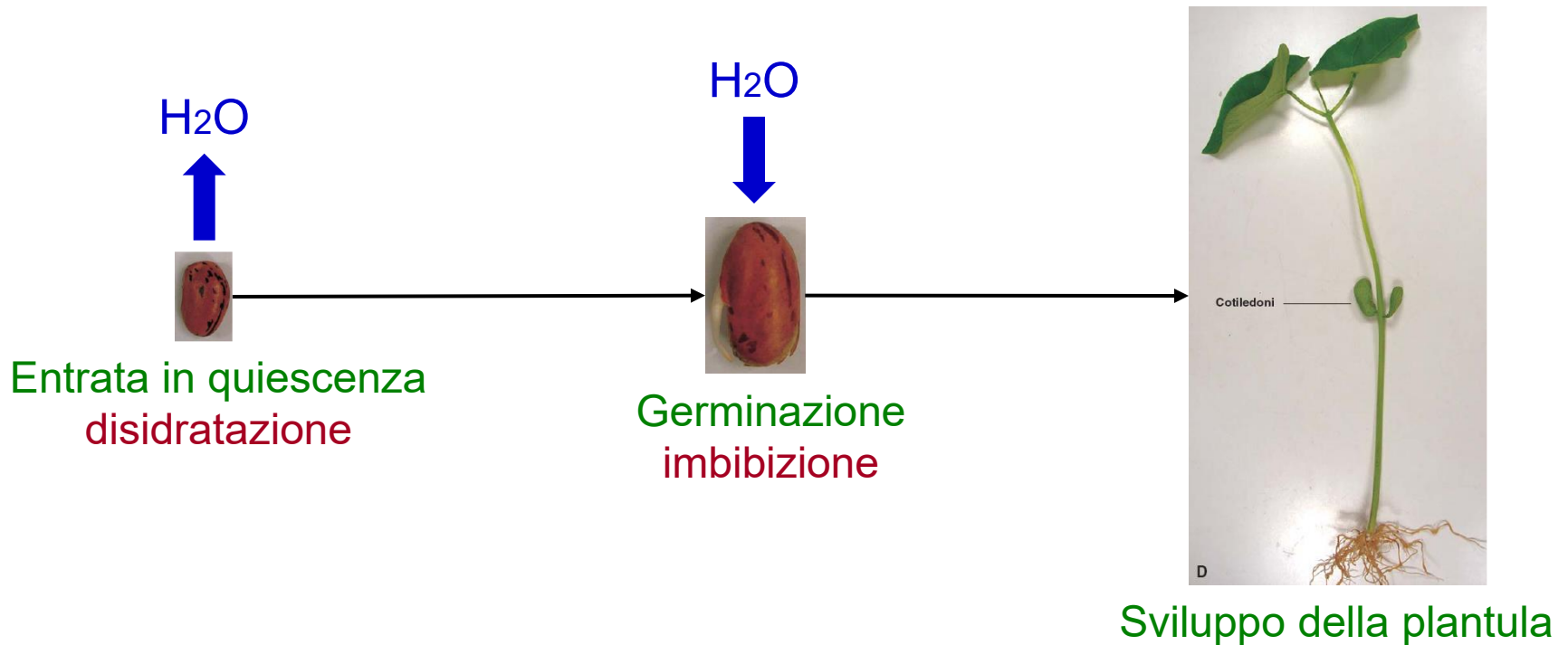
1. Consentire la sopravvivenza dell'embrione a condizioni ambientali sfavorevoli (quiescenza)
2. Facilitare la dispersione della specie su vaste aree (dispositivi che ne favoriscono la dispersione, come appendici per il volo, uncini, ecc.)



Xanthium italicum
(famiglia Asteraceae)

DISIDRATAZIONE E QUIESCENZA

Molti semi prima di germinare attraversano un periodo di quiescenza



Il seme mantiene la germinabilità per un tempo che va da poche settimane (pioppo, salice, acero) sino ad alcuni secoli (leguminose)

A COSA SERVONO LE SOSTANZE DI RISERVA?

A fornire nutrienti durante la germinazione, quando la fotosintesi non è ancora attiva



Plantula in fase **eterotrofa**

Sostanze organiche
Sostanze inorganiche

nutrienti di riserva



Plantula in fase **autotrofa**

Sostanze organiche

fotosintesi

Sostanze inorganiche

assorbimento
radicale

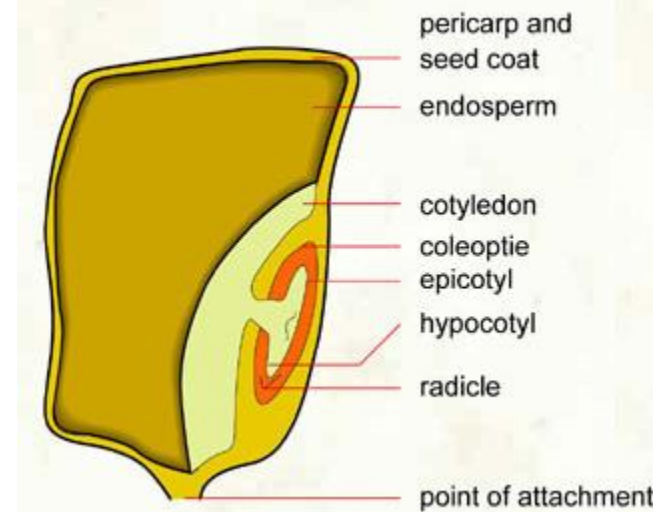
DOVE SONO LOCALIZZATE LE SOSTANZE DI RISERVA DEL SEME?

Semi albuminosi

(nella maggior parte delle monocotiledoni)



Nell'endosperma

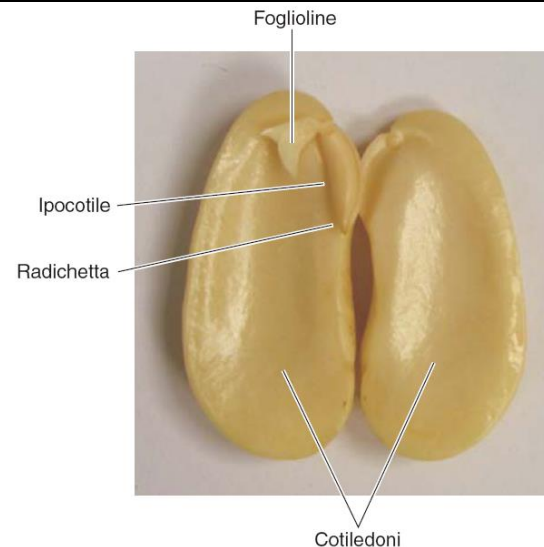


Semi esalbuminosi

(in numerose eu-dicotiledoni)



Nei cotiledoni



QUALI SONO LE PRINCIPALI SOSTANZE DI RISERVA DEL SEME?



grano



fagiolo



soia



arachide

Valori riferiti a 100 g	PROTEINE (g)	LIPIDI (g)	CARBOIDRATI (g)
GRANO	12,4	3.3	62.5
FAGIOLO	23.6	2.0	47.5
SOIA	36.9	19.1	23.2
ARACHIDE	31	48	12

QUALI SONO LE PRINCIPALI SOSTANZE DI RISERVA DEL SEME?

A) Semi che contengono principalmente lipidi e proteine

ricino



girasole



B) Semi che contengono principalmente proteine e amido

ceci



lenticchie



B) Semi che contengono principalmente amido

grano



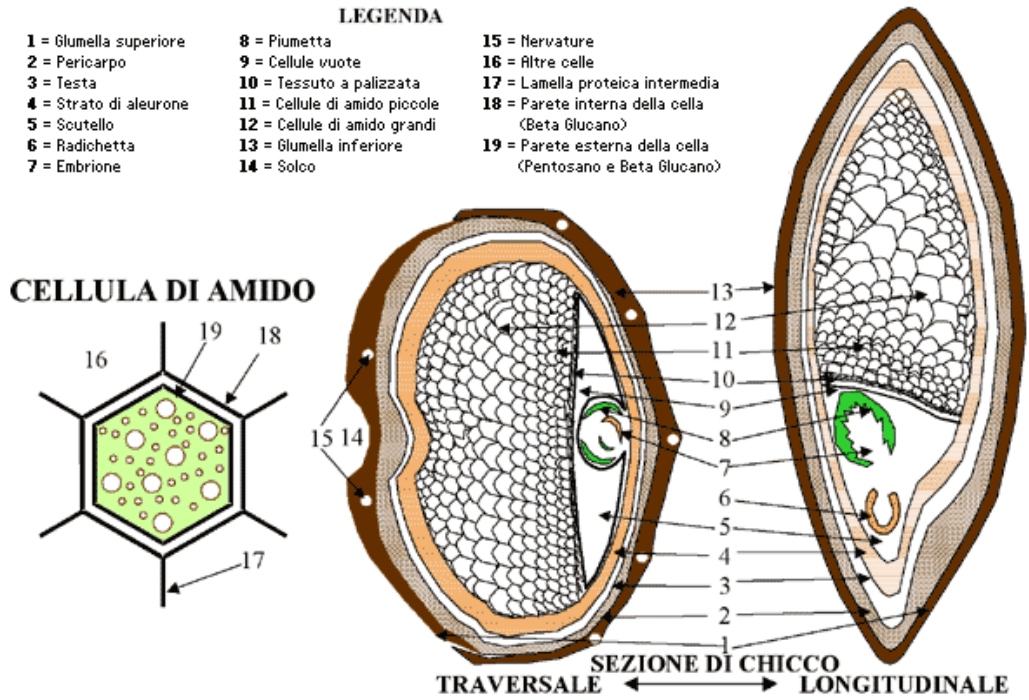
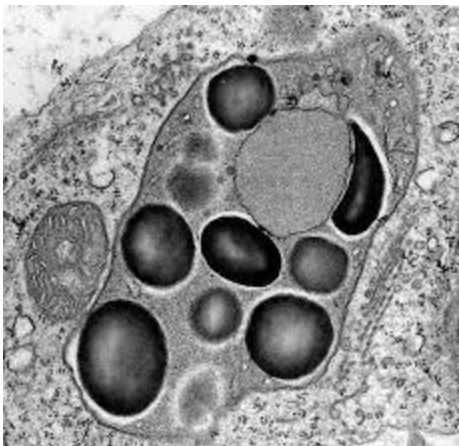
mais



Carboidrati contenuti all'interno
degli amiloplasti

Lipidi sotto forma di goccioline
citoplasmatiche detti sferosomi

Proteine accumulate nei granuli di
aleurone



PROTEINE VEGETALI

I **legumi** (famiglia Leguminosae = Fabaceae) e i **cereali** (famiglia Graminaceae = Poaceae) sono un'importante fonte di aminoacidi, alternativa ai cibi di origine animale

Amminoacido	Fagiolo (globulina 7s)	Orzo (ordeina)
<i>Asp</i>	12,4	1,8
<i>Thr</i>	3,4	2,6
<i>Ser</i>	6,7	3,8
<i>Glu</i>	15,1	39,6
<i>Pro</i>	2,9	20,1
<i>Gly</i>	2,7	1,5
<i>Ala</i>	3,0	2,2
<i>Val</i>	5,2	4,7
<i>Cys</i>	0,3	2,1
<i>Met</i>	0,7	1,3
<i>Ile</i>	5,6	5,4
<i>Leu</i>	9,1	6,9
<i>Tyr</i>	3,5	nd
<i>Phe</i>	6,6	3,0
<i>Lys</i>	5,6	0,7
<i>His</i>	2,6	1,3
<i>Arg</i>	5,0	3,0
<i>Trp</i>	0,8	0,8

LA DISPERSIONE DEI SEMI

Un'importante funzione del seme (o del frutto che lo contiene) è propagare la specie nello spazio

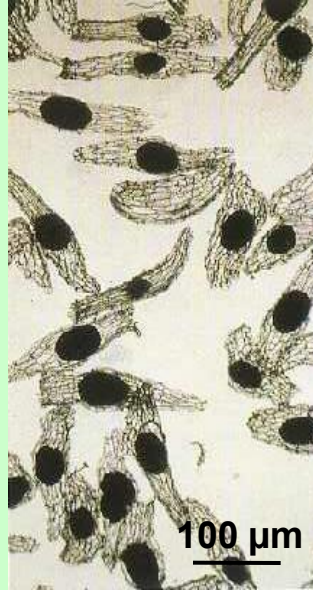


Taraxacum officinalis

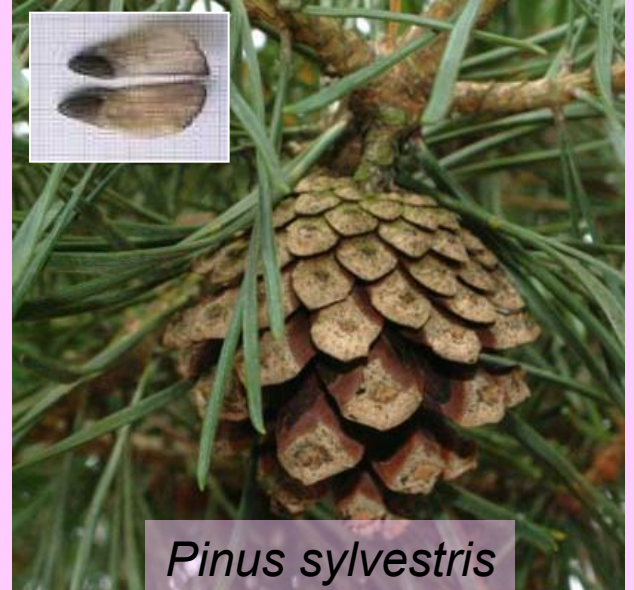
LA DISPERSIONE ANEMOCORA



Ophris apifera



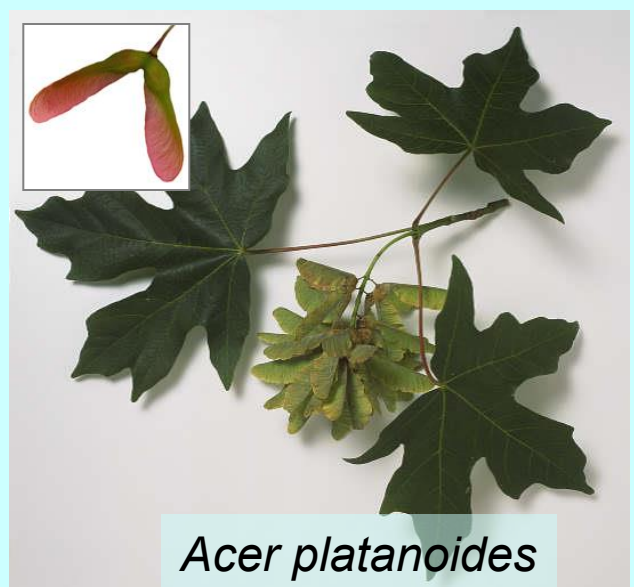
100 μm



Pinus sylvestris



Populus alba



Acer platanoides

LA DISPERSIONE ZOOCORA



Xanthium strumarium



Prunus avium

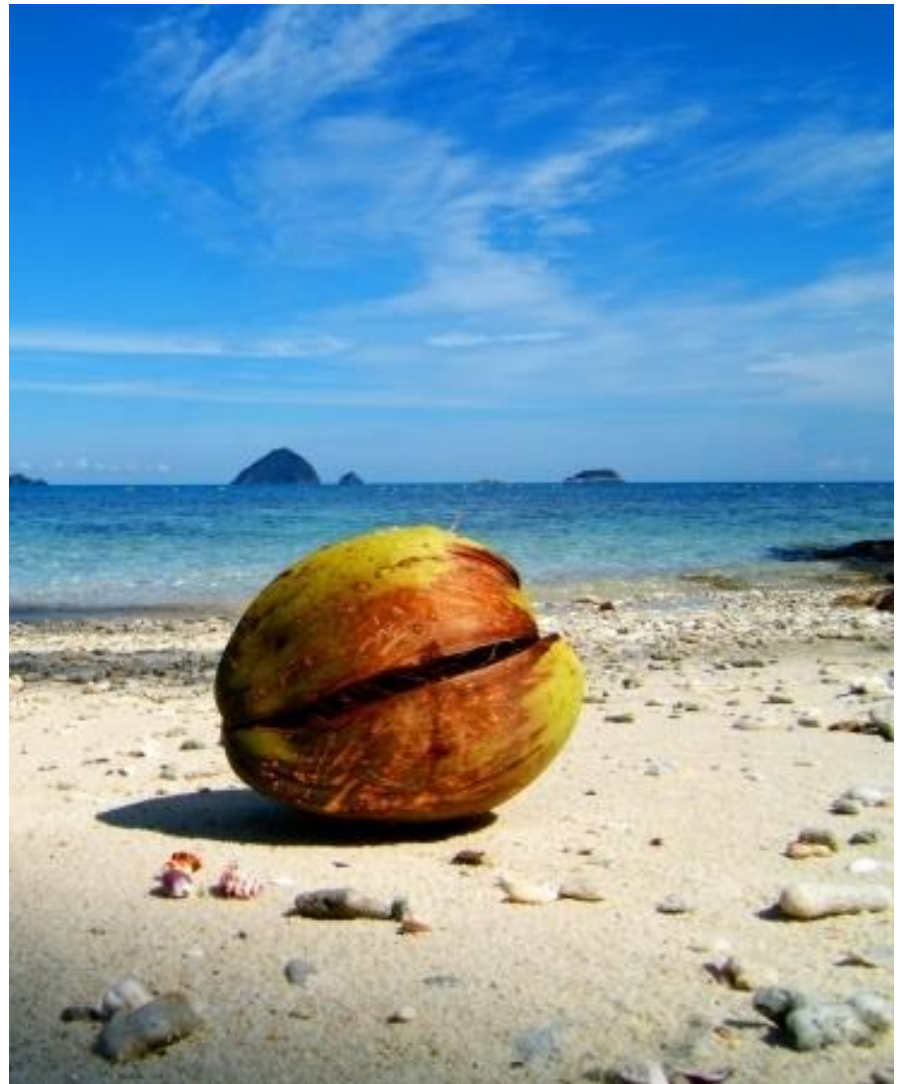
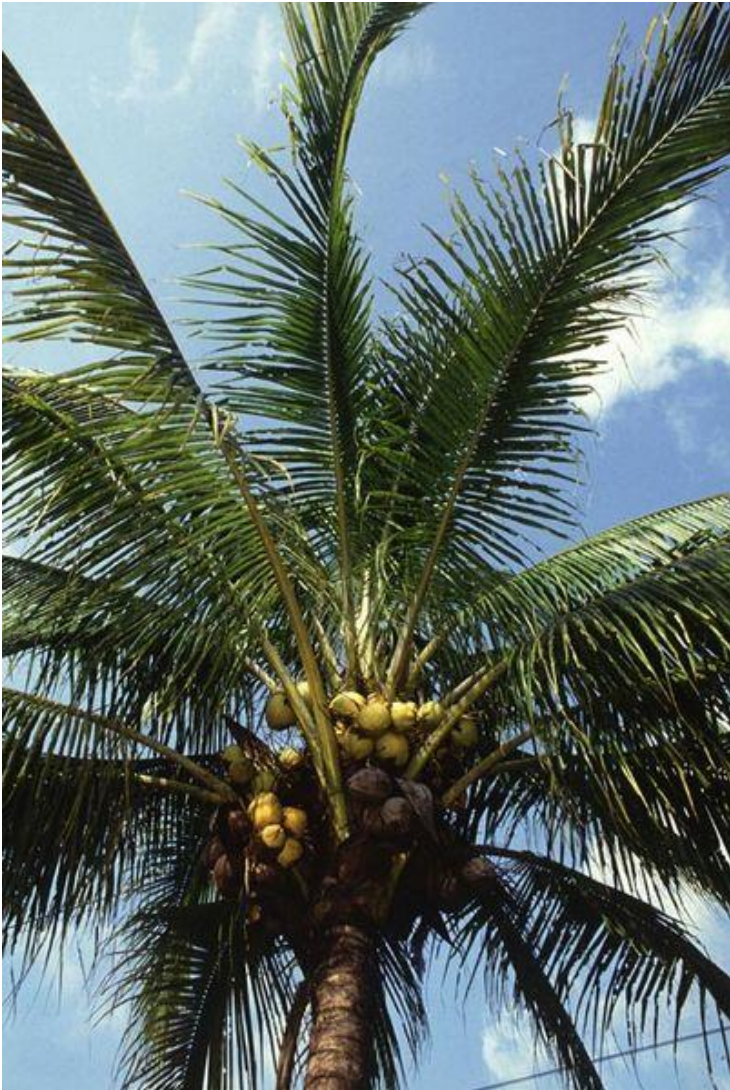


Sciurus vulgaris



Prunus persica

LA DISPERSIONE IDROCORA



Cocos nucifera

L'AUTOCORIA (AUTODISSEMINAZIONE)



Echium elaterium



Castanea sativa & *Quercus* sp.

LA GERMINAZIONE È...

...la ripresa dello sviluppo del seme dopo un periodo di quiescenza

La **germinazione** è il processo in cui il seme si risveglia dallo stato quiescente, si manifesta quando l'embrione ritorna alla vita metabolica attiva e comincia a sviluppare la nuova plantula e termina quando questa è in grado di iniziare l'attività fotosintetica



LA GERMINAZIONE È AVVIATA DALLA PERCEZIONE DI CONDIZIONI AMBIENTALI FAVOREVOLI

Le principali condizioni ambientali che influenzano la germinazione sono:

1. Umidità



2. Luce



3. Ossigeno



4. Temperatura



fitoregolatori, quali l'acido abscissico che si concentra nel tegumento del frutto man mano che questo matura e che ha funzioni inibitrici della germinazione, contrastato dalle gibberelline che al contrario ne promuovono lo sviluppo coadiuvate dalle citochinine;

acqua, che penetrando nel seme dormiente disidratato, favorisce le reazioni enzimatiche che rendono più assimilabili dalla plantula le sostanze di riserva, permettendo il suo sviluppo e la tensione necessaria a rompere il tegumento. Se l'acqua contenuta nel seme fresco non raggiunge il 40%-60% del totale, la germinazione non può avvenire;

temperatura, che promuove e favorisce la germinazione, in genere la più adatta per le piante dei climi temperati è quella alternata che varia da 20° a 25 °, ma alcuni semi richiedono temperature più rigide e un periodo di bassa temperatura per rompere la dormienza, mentre altri germinano soltanto dopo aver subito le alte temperature dipendenti da un incendio;

ossigeno, la cui presenza è necessaria per la germinazione, per questo è essenziale che il seme sia in grado di penetrare agevolmente nel terreno e restare circondato da un substrato soffice e permeabile;

luce, che può avere ruolo stimolante nella germinazione dei semi cosiddetti fotoblastici o inibente nei semi afotoblastici

Ma anche altri fattori concorrono ad agevolare la germinazione, permettendo all'embrione in via di sviluppo di fuoriuscire dal tegumento particolarmente tenace e impermeabile

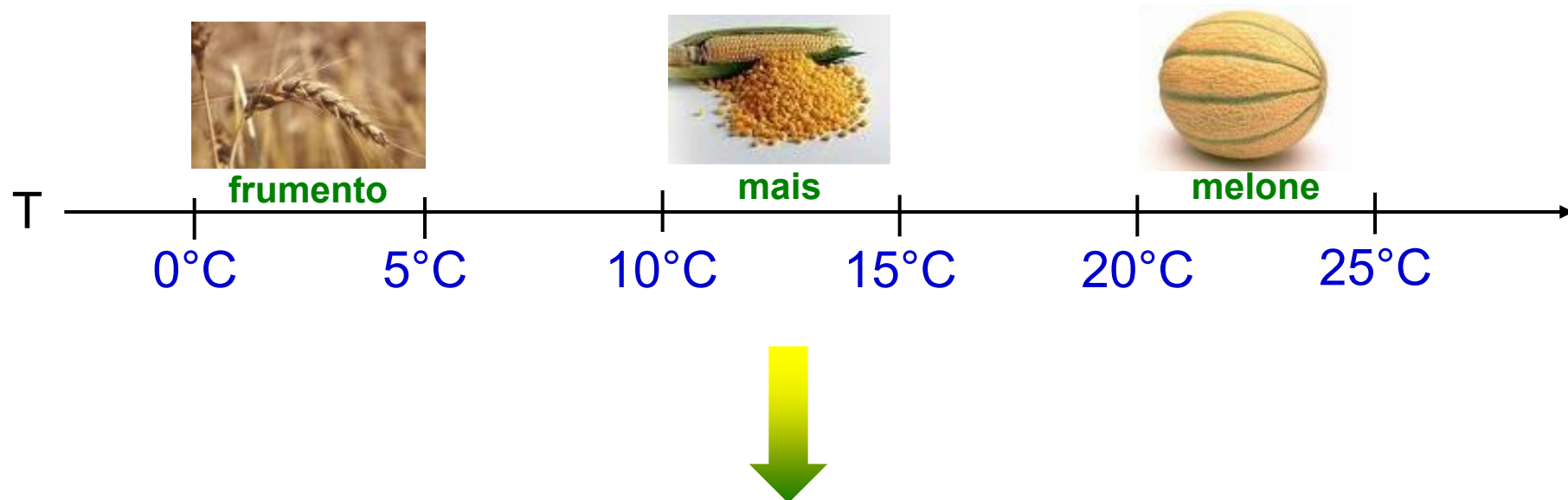
incendi, nelle praterie che oltre al calore sviluppato intaccano il tegumento.

i succhi gastrici, degli uccelli o di altri animali che ingeriscono il seme senza digerirlo.

il vento, che fa rotolare i semi sul terreno producendo abrasioni come fanno anche le piogge abbondanti, che inoltre, dilavano dal tegumento le sostanze che inibiscono la germinazione come i composti fenolici.

TEMPERATURA E GERMINAZIONE

I semi richiedono temperature molto diverse per germinare



Il calendario delle semine è in stretto rapporto con le esigenze dei semi

Febbraio: fava, pisello, aglio, cipolla.

Marzo: radicchio, cicoria, fagioli, spinaci, prezzemolo, lattughe.

Aprile: zucche, carote, fagioli, ravanelli, ceci, pomodori, spinaci.

Maggio: cetrioli, meloni, angurie, melanzane.

LUCE E GERMINAZIONE

Germinazione stimolata dalla luce. In genere sono semi piccoli e scarse sostanze di riserva (semi **fotoblastici**)

Ad es. tabacco, lattuga, papavero



Germinazione inibita dalla luce (semi **afotoblastici**)

Ad es. pomodoro, cipolla



Germinazione non influenzata dalla luce

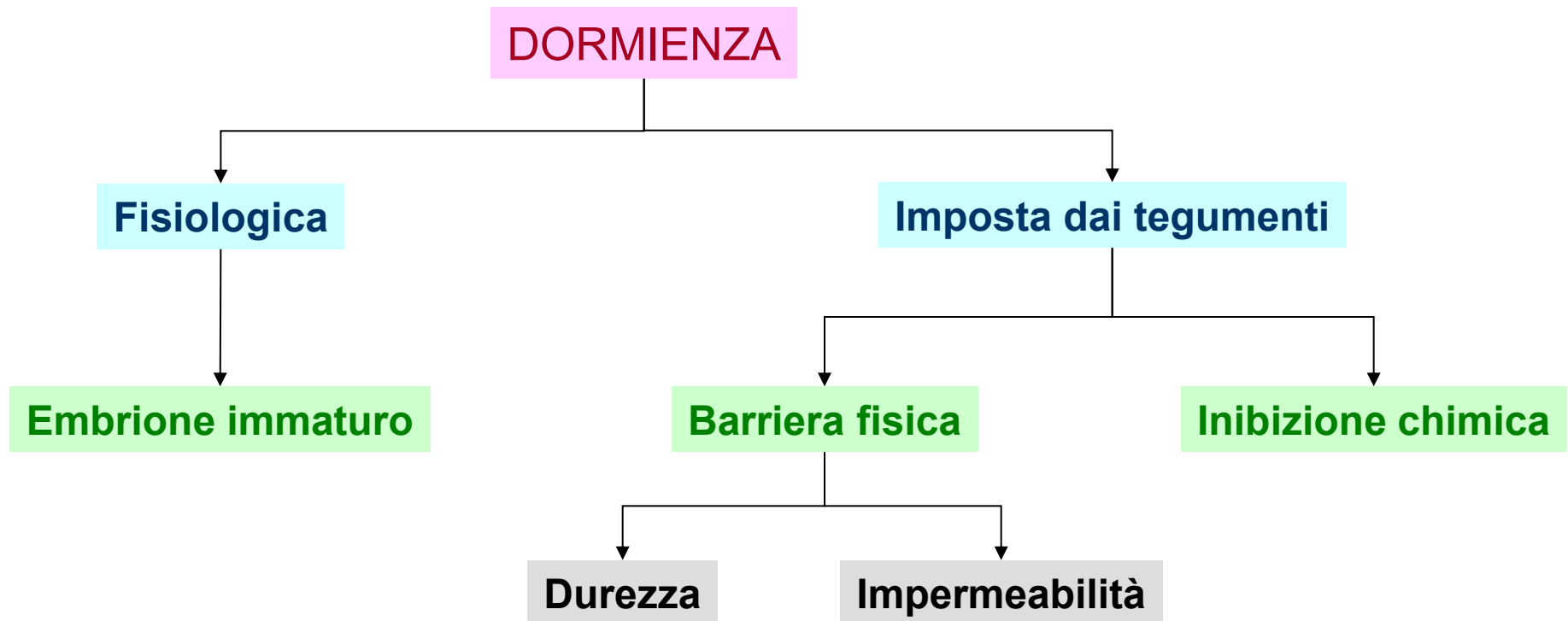
Ad es. cereali, leguminose



SEMI DORMIENTI

Sono caratteristici dei climi temperati

Germinano solo se è passata la stagione sfavorevole



La dormienza fisiologica è indotta da inibitori della germinazione accumulati a livello embrionale o dell'endosperma o del tegumento. un ormone induttivo di questa forma di dormienza è l'acido abscissico o ABA, mentre le gibberelline o GA promuovono la germinazione.

La dormienza morfologica è propria di semi con embrioni di piccole dimensioni. Questi embrioni richiedono un ulteriore tempo per crescere e germinare dopo la dispersione del seme.

La dormienza fisica è causata dalla presenza a livello dei tegumenti di strati cellulari meccanicamente resistenti che ostacolano i movimenti dell'acqua, gli scambi gassosi, l'apporto di ossigeno o anche l'eliminazione di eventuali inibitori; in tal caso la germinazione può essere indotta sperimentalmente con la scarificazione degli strati resistenti o trattando i semi con agenti chimici come l'acido solforico.

Cosa si intende per semi recalcitranti e ortodossi?

I semi recalcitranti sono caratterizzati da un periodo di sopravvivenza limitato, perché questi semi a maturità trattengono elevati contenuti di acqua a livello embrionale e mantengono sempre una bassa attività metabolica anche dopo il distacco dalla pianta madre. Questi semi hanno dimensioni elevate e tegumenti sottili.

I semi ortodossi invece sono semi che possono tollerare la perdita di molta acqua dai tessuti e restare vitali per anni o addirittura secoli. Questi semi non solo sono molto longevi ma sono molto resistenti a situazioni ambientali potenzialmente dannose, anche se esiste comunque un limite alla disidratazione al di sotto del quale anche in questi semi risulta dannosa.

Semi ortodossi

dopo la fase della disidratazione, sono quiescenti, arrestano cioè il loro sviluppo in attesa che si verifichino le condizioni esterne (luce, acqua, temperatura e ossigeno) ideali per germinare, ma spesso queste condizioni pur necessarie, non sono sufficienti a permettere la germinazione, e il seme resta in dormienza attendendo il momento più adatto per far nascere la piantina nella stagione più propizia per svilupparsi.

Questa strategia viene adottata nelle zone dove le variazioni stagionali sono più marcate, dove il seme cercherà di "prevedere" l'andamento stagionale e i suoi tempi, per non mandare a sicura morte la futura piantina. Così ad esempio un seme disperso dal frutto all'inizio dell'autunno trovando in quel mese le condizioni ideali di temperatura (optimum termico) e umidità, dovrebbe essere in grado di germinare, ma non lo farà se è dotato di una dormienza embrionale eliminabile dal freddo e anche se le basse temperature invernali rimuovessero la dormienza già a metà inverno, il seme non sarebbe ancora in grado di germinare perché in quel periodo ben difficilmente la temperatura potrà raggiungere l'optimum termico necessario. Il seme quindi tornerà dormiente (dormienza secondaria) e germinerà solo in primavera.

LA GERMINAZIONE

La prima fase della germinazione è l'imbibizione



L'imbibizione è un processo fisico

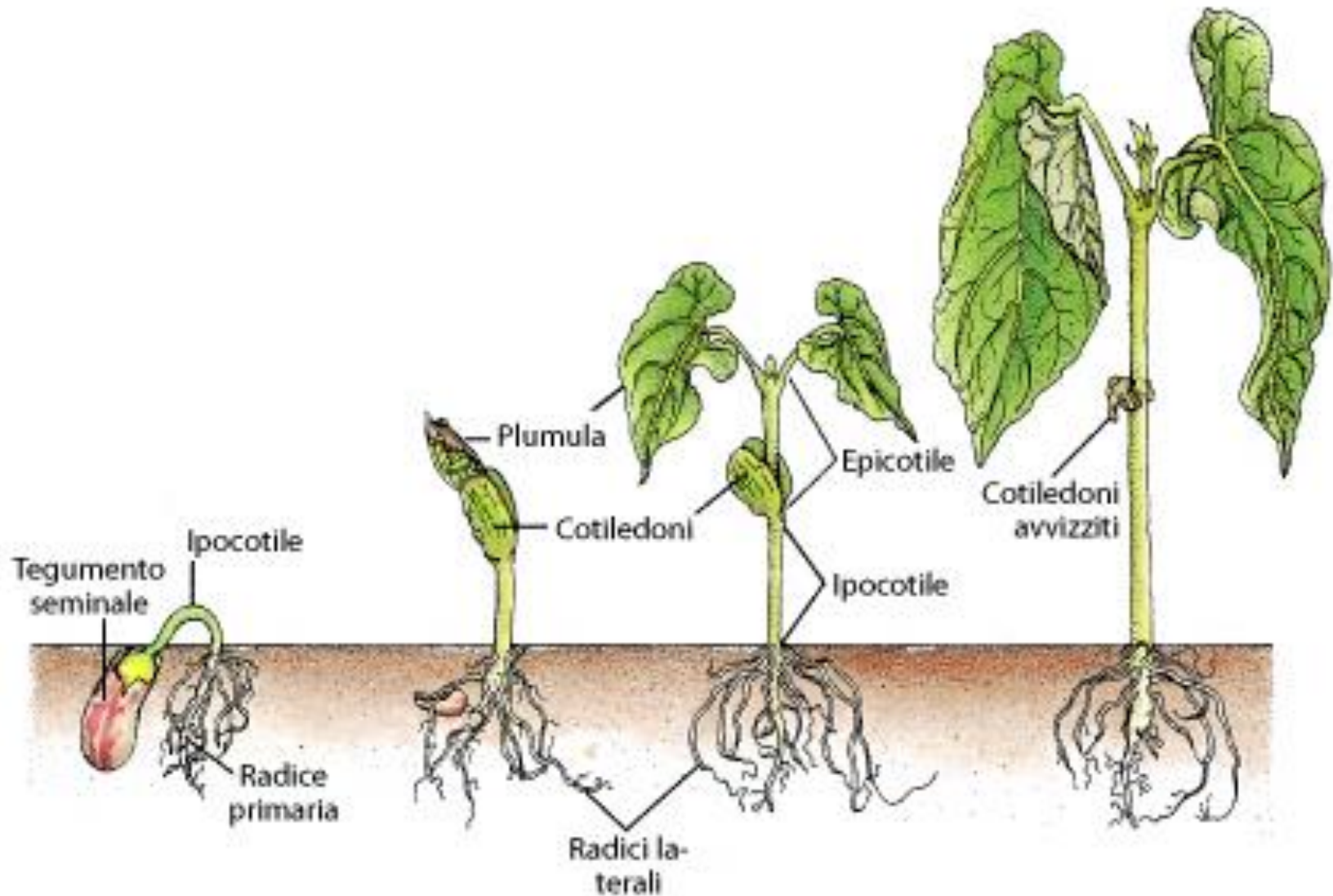
LA GERMINAZIONE

Dopo l'imbibizione l'embrione inizia ad accrescersi e la radichetta emerge dal seme



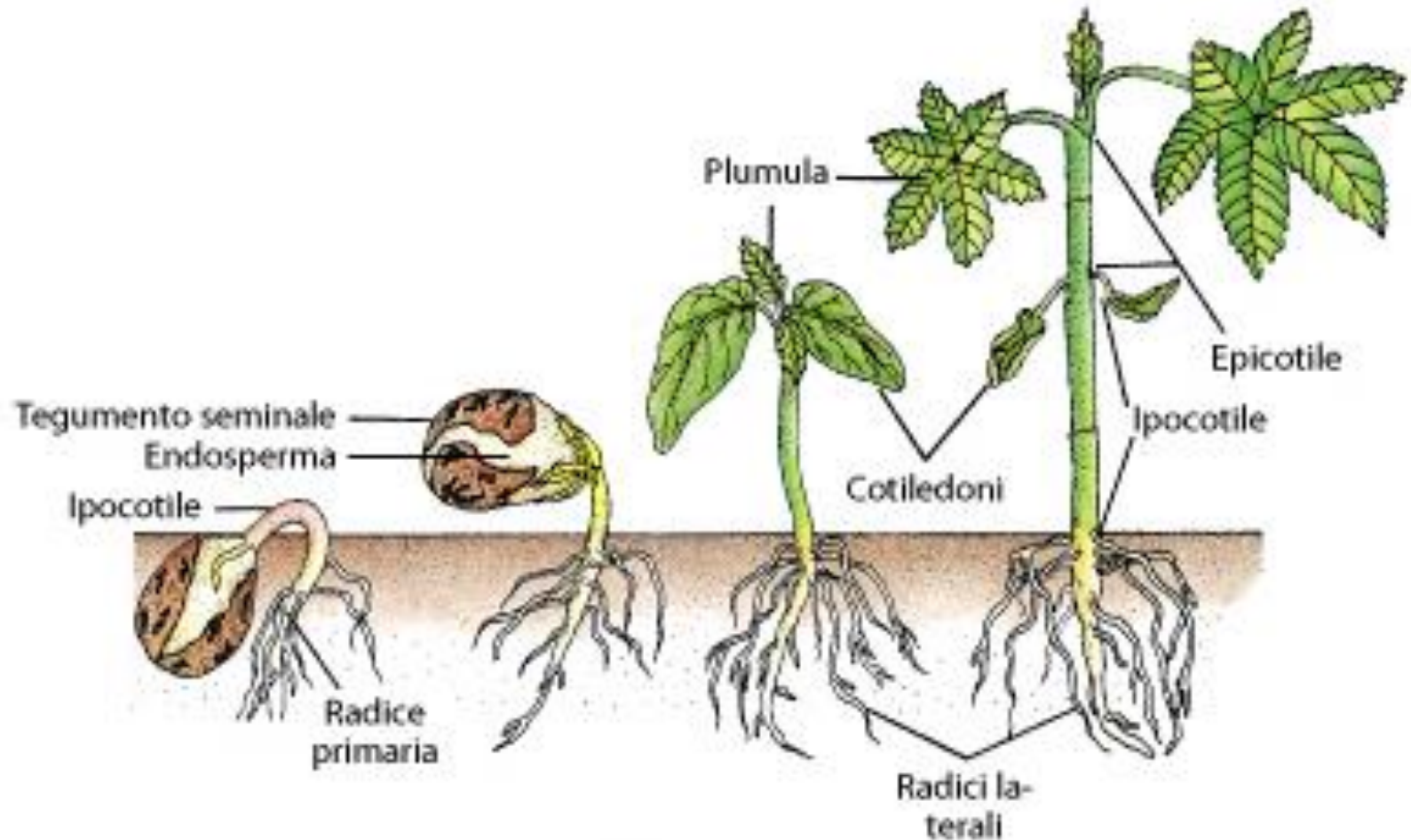
Le successive fasi della germinazione variano molto da una specie all'altra

LA GERMINAZIONE EPIGEA: i cotiledoni escono in superficie insieme all'apice...nel seme esalbuminoso (sostanze di riserva nei cotiledoni) di fagiolo (*Phaseolus vulgaris*)



GERMINAZIONE EPIGEA...nel seme albuminoso (sostanze di riserva nell'endosperma)

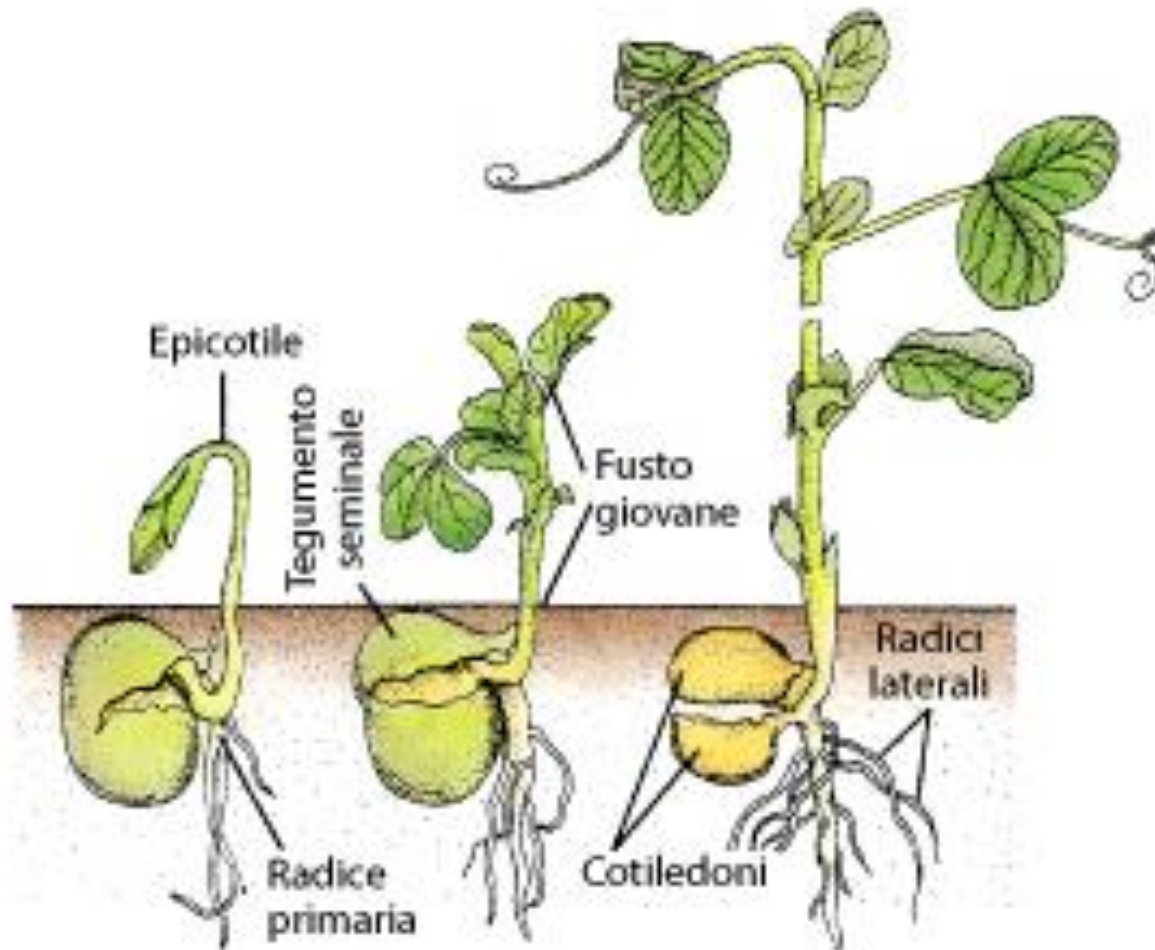
- .. i cotiledoni non contengono sostanze di riserva (*Ricinus communis*)
- I cotiledoni vengono portati in superficie ancora coperti dai tegumenti



GERMINAZIONE IPOGEA...

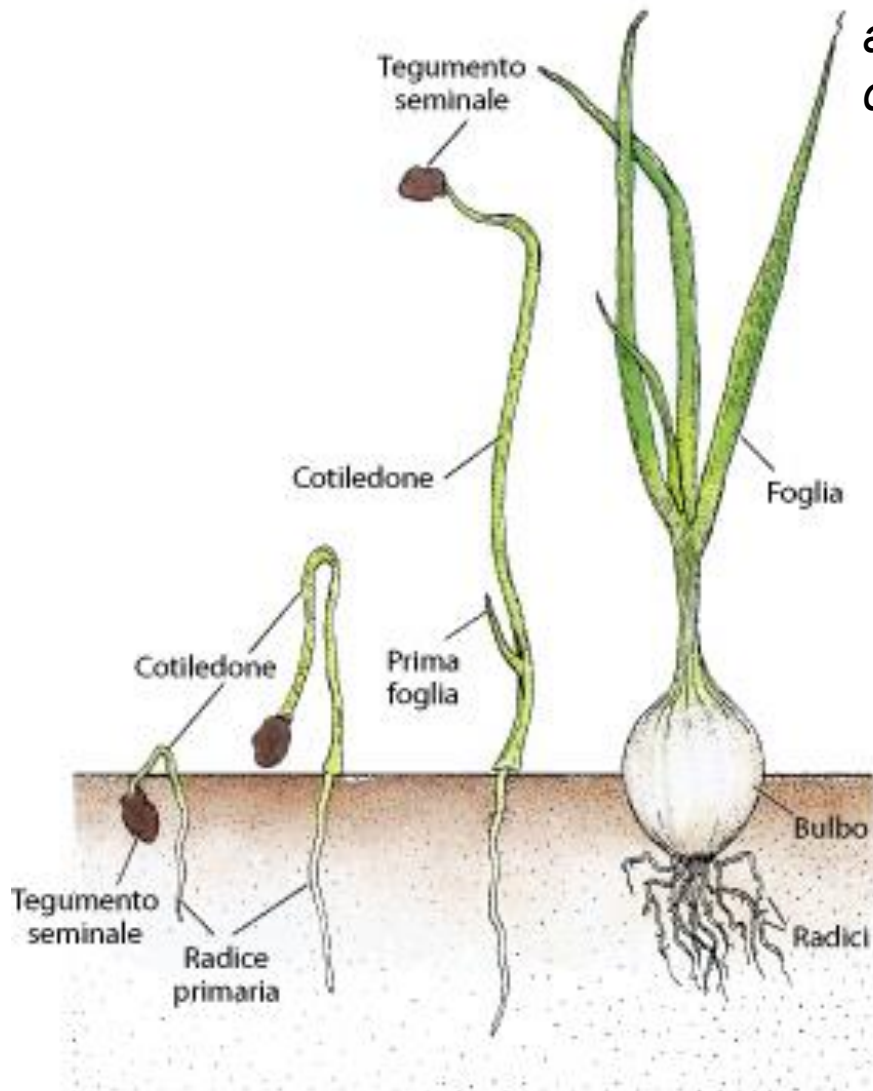
...nel seme esalbuminoso di pisello (*Pisum sativum*)

L'ipocotile non si allunga ed i cotiledoni rimangono sotto terra. L'apice vegetativo viene portato in superficie dall'allungamento dell'epicototile

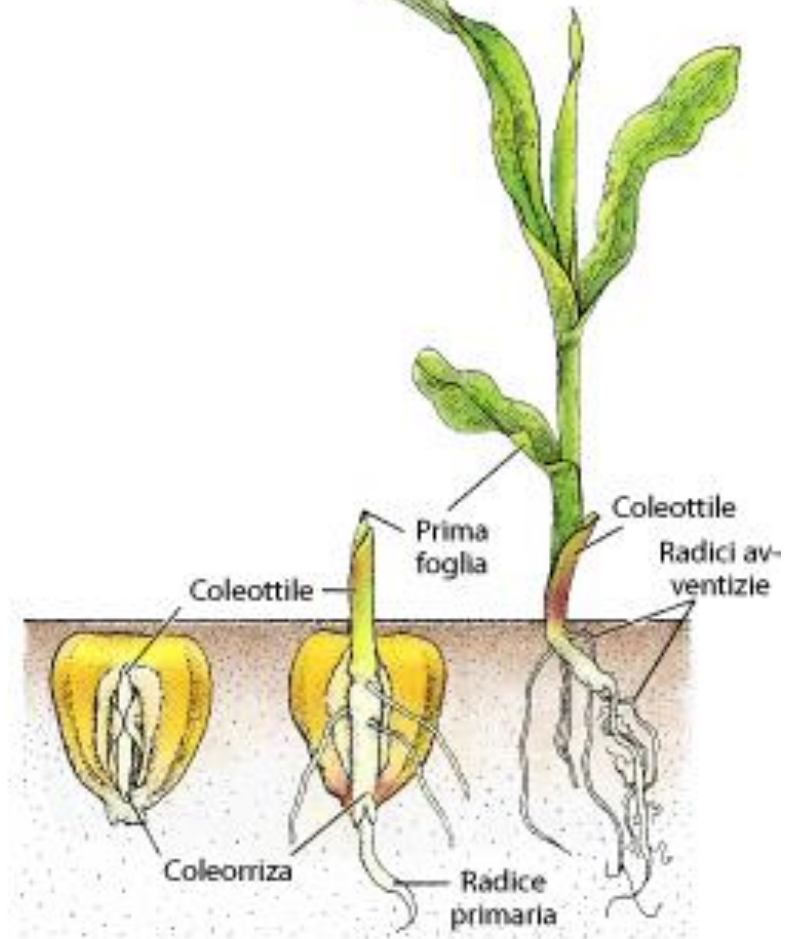


GERMINAZIONE NELLE MONOCOTILEDONI

*L'unico cotiledone è detto scutello
accumula sostanze di riserva anche
dall'endosperma e le invia all'embrione*



(a) Cipolla



(b) Mais

A detailed still life painting of various fruits. The composition includes several red and yellow apples, some with green leaves and water droplets. There are also green and yellow pears, and clusters of green and purple grapes. The background is dark, making the vibrant colors of the fruit stand out. The text 'IL FRUTTO' is written in large, bold, yellow capital letters across the center of the image.

IL FRUTTO

IN QUALI PIANTE SI TROVA IL FRUTTO?

solo le angiosperme possiedono il frutto
derivato dalle due parole greche aengéion, ossia involucro, e
spérma, cioè seme.

Piante (= embriofite)

PIANTE NON VASCOLARI



Briofite

PIANTE VASCOLARI (= TRACHEOFITE)

CRITTOGAME VASCOLARI



Pteridofite

PIANTE A SEME (=SPERMATOFITE)



Gimnosperme



Angiosperme

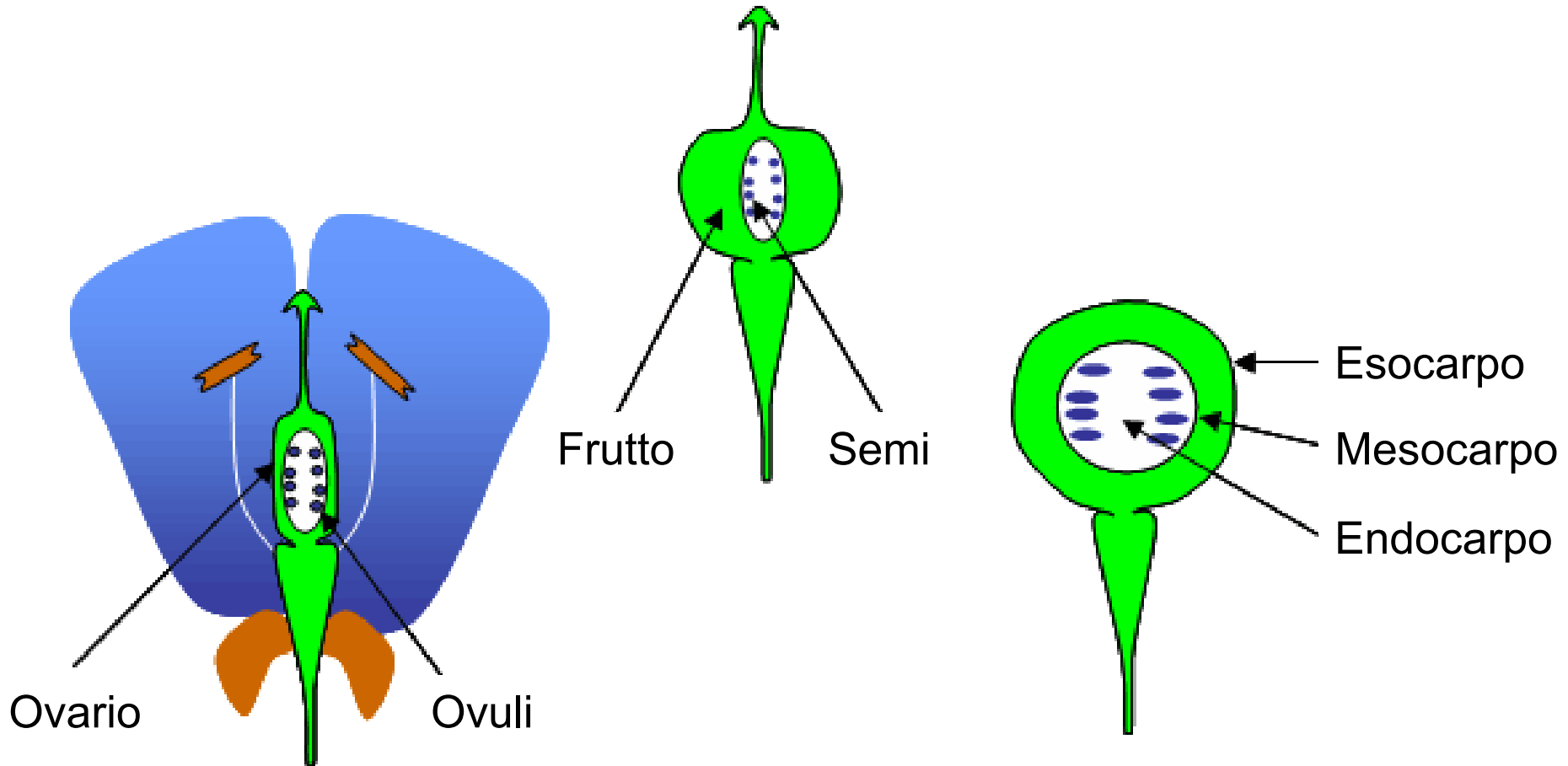
Dal punto di vista ontogenetico, **il frutto** (il vero frutto) deriva dall'ovario ossia la parte del carpello o del pistillo che contiene gli ovuli.

A seguito della fecondazione la parete dell'ovario darà origine al frutto, anche detto **pericarpo**, mentre gli ovuli in esso contenuti si trasformeranno in semi.

Poiché si ritiene che il carpello si sia evoluto da una foglia (megasporofillo) che si è richiusa su sé stessa saldandosi lungo i margini.

i tre strati che costituiscono il **pericarpo**, cioè **l'esocarpo** (o epicarpo), **il mesocarpo** e **l'endocarpo** corrisponderebbero, rispettivamente, all'epidermide superiore, al mesofillo e all'epidermide inferiore della foglia.

COS'È IL FRUTTO?



MATURAZIONE

OVARIO

FRUTTO

Ovario singolo mono-
o pulri-carpellare



Frutto semplice



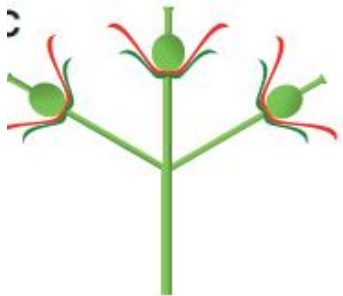
Più ovari separati
appartenenti a un
singolo fiore



Frutto aggregato



Più ovari
appartenenti a
diversi fiori



Frutto multiplo



Si parla di **frutto semplice** se deriva da un singolo ovario di un singolo fiore. Questo si osserva in piante con gineceo monocarpellare o pluricarpellare sincarpico, ossia derivante dalla fusione di più carpelli. Si definisce invece **frutto aggregato** un frutto generato dalla fusione di più ovari separati, appartenenti al medesimo fiore. Questo tipo di frutto caratterizza specie con gineceo pluricarpellare apocarpico, ossia formato da più carpelli tra loro separati. **Frutto multiplo o infruttescenza** un frutto derivante dalla fusione di diversi ovari appartenenti a diversi fiori. L'esempio più tipico di frutto multiplo è l'ananas

VERI E FALSI FRUTTI

VERI FRUTTI: si formano dall'ovario



Capsula del papavero da oppio:
Papaver somniferum (famiglia Papaveraceae)

VERI E FALSI FRUTTI

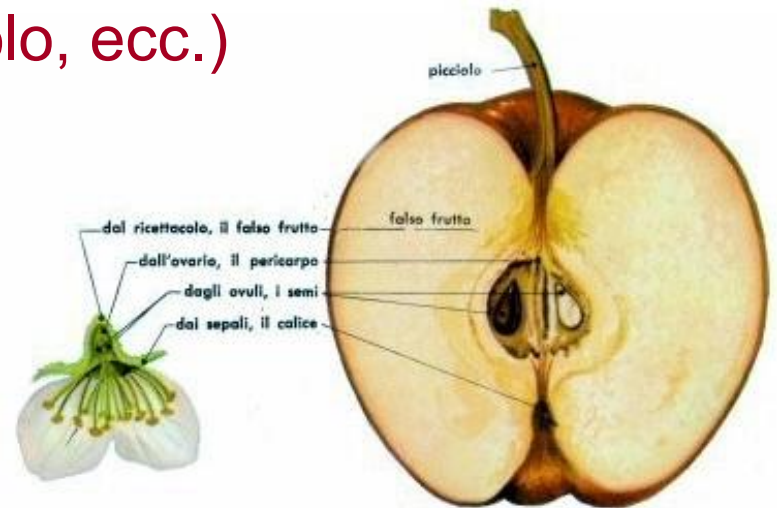
VERI FRUTTI: si formano dall'ovario



Capsula del papavero da oppio:
Papaver somniferum (famiglia Papaveraceae)

FALSI FRUTTI: alla formazione del frutto partecipano anche altri elementi florali (tepali, ricettacolo, ecc.)

Pomo del melo:
Malus communis (famiglia Rosaceae)



QUALI SONO LE FUNZIONI DEL FRUTTO?

- fornire **protezione** ai semi
- favorirne **la dispersione**



Solanum lycopersicum
(famiglia Solanaceae)



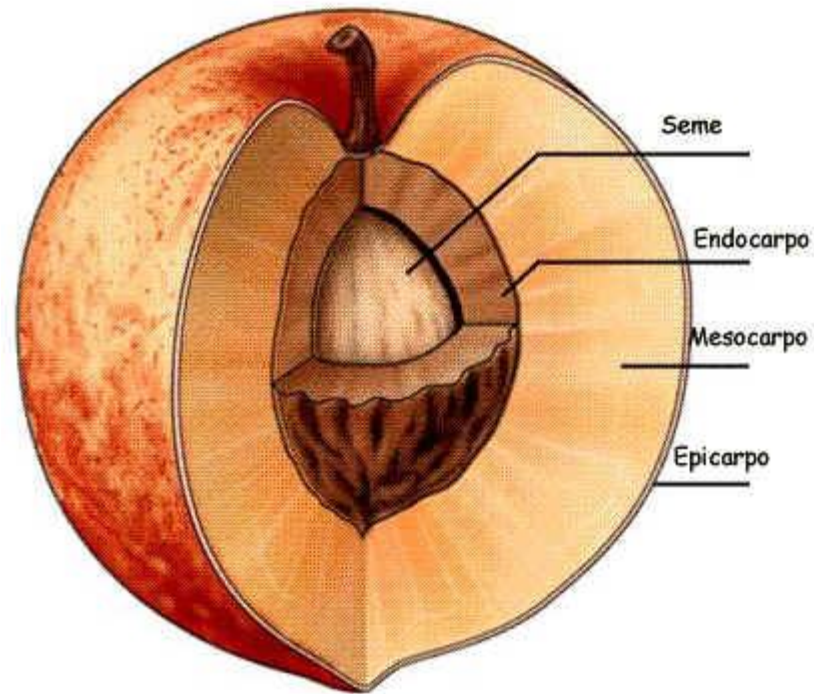
Xanthium italicum
(famiglia Asteraceae)

LA PARETE DEL FRUTTO È DETTA PERICARPO



Cabosside del cacao (*Theobroma cacao*)

NEI FRUTTI CARNOSI IL PERICARPO È SPESSO SUDDIVISO IN PIÙ STRATI



Drupa di pesco (*Prunus persica*)

I FRUTTI SI DIVIDONO IN DUE CATEGORIE:

FRUTTI CARNOSI sono ricchi d'acqua e con la maturazione acquistano colori, profumi e sapori che li rendono attrattivi



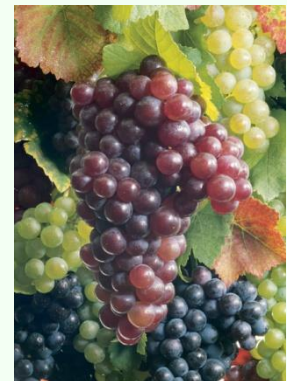
Prunus persica



Citrullus lanatus



Prunus domestica



Vitis vinifera

FRUTTI SECCHI a maturità hanno un contenuto di acqua molto ridotto; il pericarpo può quindi essere duro, papiraceo o legnoso



Arachis hypogaea



Castanea sativa



Zea mays



Cercis siliquastrum

CLASSIFICAZIONE DEI FRUTTI SECCHI

Frutti secchi

```
graph TD; A[Frutti secchi] --> B[Deiscenti]; A --> C[Indeiscenti];
```

Deiscenti

A maturità si aprono e rilasciano i semi

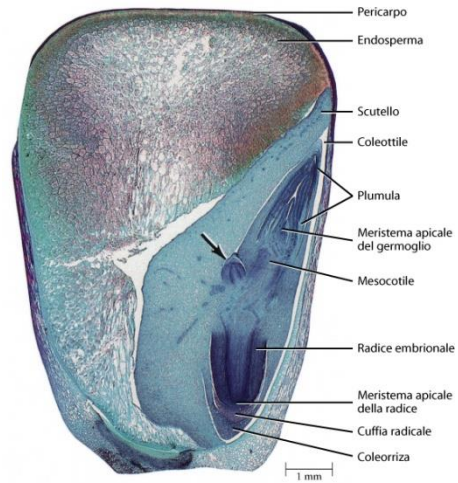
Indeiscenti

A maturità restano chiusi



Achenio: contiene un solo seme che riempie tutto il frutto senza aderirvi, deriva da ovario monocarpellare

FRUTTI SECCHI INDEISCENTI



Noce: Ghianda contiene un solo seme che non aderisce al pericarpo sclerificato, deriva da ovario pluricarpellare



Noce: Castanea sativa

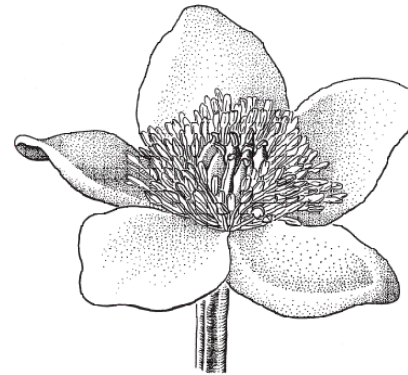
FRUTTI SECCHI INDEISCENTI

Achenio



Figura 14.1

Frutto di *Clematis* sp.: esempio di achenio (foto di G. Cassina).



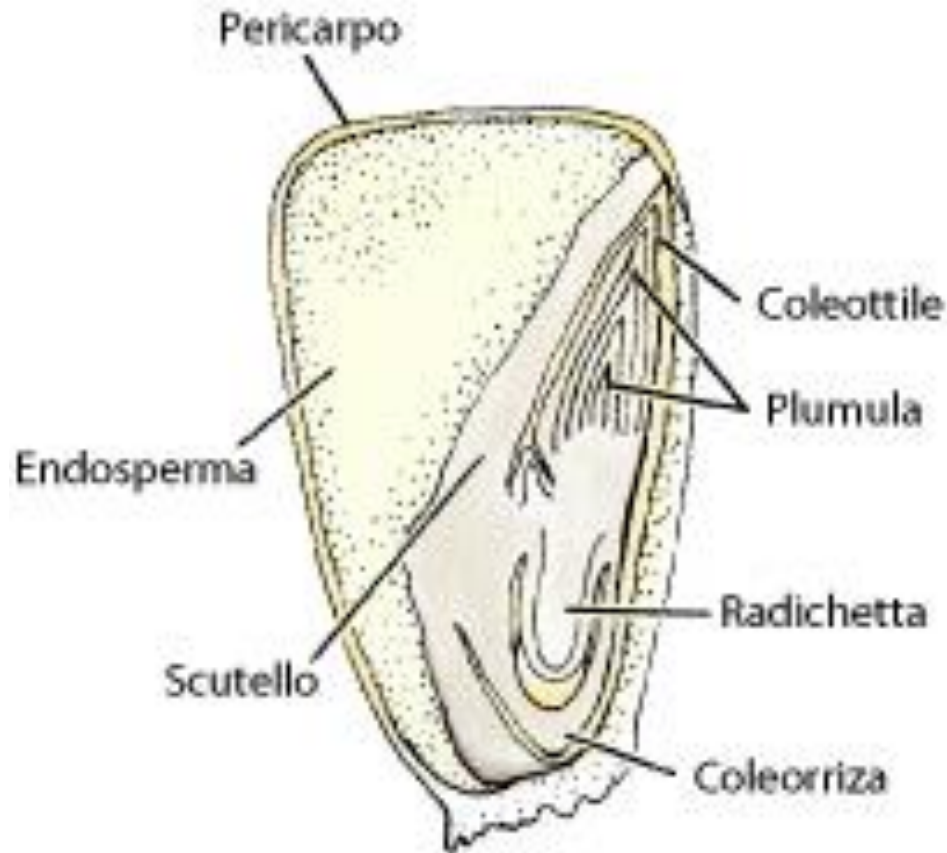
Ranunculus

- Caratteristico di piante con carpelli non fusi, come le **Ranunculaceae**
- Deriva da un ovario **monocarpellare**
- Contiene **un solo seme** che riempie tutto il frutto senza aderirvi

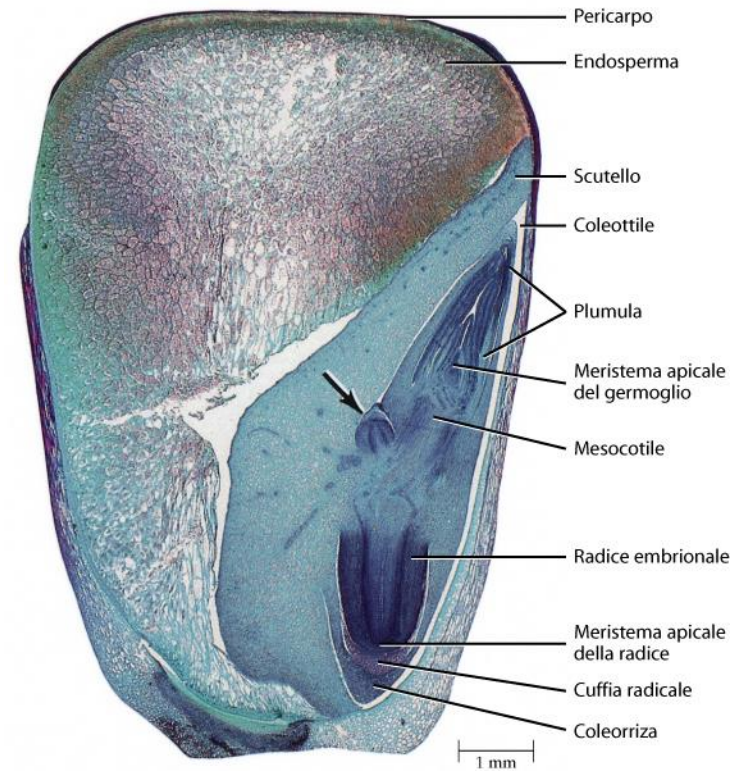
FRUTTI SECCHI INDEISCENTI

Cariosside

È il frutto delle **Graminaceae** (o **Poaceae**), cioè grano, mais, orzo, ecc.
Il pericarpo ed il tegumento del seme sono aderenti tanto da essere indistinguibili



(d) Mais



FRUTTI SECCHI INDEISCENTI

Noce



Quercus robur



Castanea sativa

Deriva da un **ovario pluricarpellare** di cui, però, **un solo ovulo si trasformerà in seme**. Il tegumento del seme non aderisce al pericarpo indurito ricoperto da **una cupola sclerificata**. **Nelle castagne la cupola spinosa avvolge completamente le noci (castagne)**.

FRUTTI SECCHI INDEISCENTI

Schizocarpo



Samara di acero (*Acer sp.*)

Durante lo sviluppo si divide in unità, dette **mericarpi**, ciascuna derivante da un carpello e contenente **un singolo seme**. Es. **diachenio** delle Apiacee (prezzemolo, anice), **tetrachenio** delle Labiate (salvia, basilico), **samare alate** degli aceri



Follicolo: frutto di Magnolia



Legume: frutto di fagiolo

FRUTTI SECCHI DEISCENTI



Capsula (Treto) poricida del papavero



Capsula di datura

FRUTTI SECCHI DEISCENTI

Follicolo



Figura 14.4

Frutto di magnolia (foto di G. Cassina).

Frutto **monocarpellare** che a maturità si apre lungo una linea longitudinale situata lungo la linea di sutura del carpello

FRUTTI SECCHI DEISCENTI

Legume



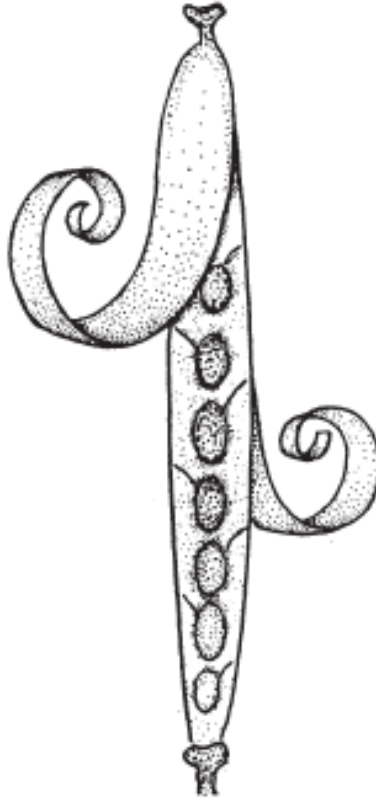
Figura 14.5

Frutto di fagiolo: esempio di legume (foto di G. Cassina).

Frutto **monocarpellare** che a maturità si apre lungo due linee opposte , quella della nervatura principale e quella di sutura del carpello. E' il frutto tipico della famiglia delle Leguminosae

FRUTTI SECCHI DEISCENTI

Siliqua



- Frutto **bicarpellare** che a maturità si apre lungo le linee di sutura dei 2 carpelli. Caratteristico di molte Brassicaceae (rapa, cavolo, colza, ravanella)
- I semi sono collegati al setto che separa le due metà del frutto, chiamato **replo** che si sviluppa dalle placente.

FRUTTI SECCHI DEISCENTI

Capsula



Figura 14.7

Treto di papavero (foto di G. Cassina).



Figura 14.6

Capsula di *Datura* sp. (foto di G. Cassina).

- Frutto **pluricarpellare**
- La deiscenza può avvenire in seguito alla formazione di **pori** o attraverso **fratture longitudinali o trasversali**



FRUTTI CARNOSI



FRUTTI CARNOSI

Drupa



Albicocca

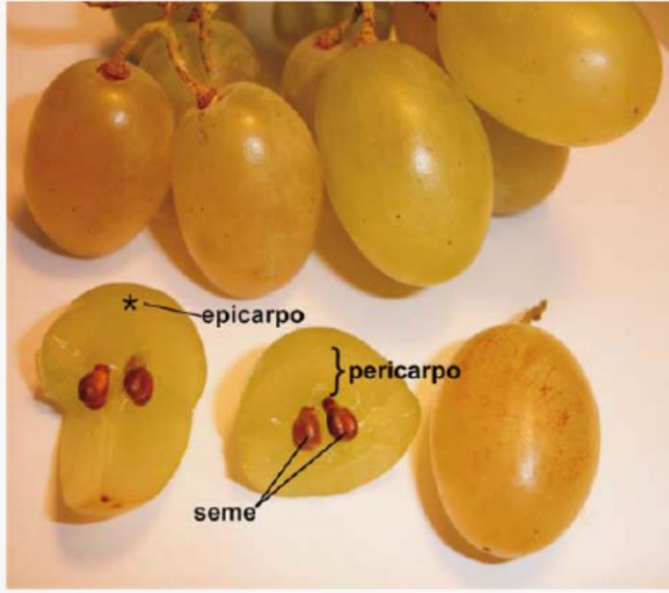


Ciliegia

- Ben distinguibili **epi-**, **meso-** ed **endo-carpo**
- **Endocarpo** generalmente legnoso
- **Mesocarpo** carnoso
- **Epicarpo** membranoso

FRUTTI CARNOSI

Bacca



Acini d'uva
(*Vitis vinifera*)



Esperidio
(*Citrus limon*)



Peponide
(*Capsicum annuum*)

- **Meso- ed endo-carpo carnosì**
- **Esocarpo** membranoso
- Lo strato legnoso o coriaceo attorno ai semi è il tegumento seminale

FRUTTI CARNOSI

Frutti aggregati



Figura 14.10

More di rovo (foto di G. Cassina).

Derivano da un **fiore pluricarpellare** con **carpelli separati**: il frutto è un insieme di frutticini, ciascuno derivato da un singolo carpello dello stesso fiore

FRUTTI CARNOSI

Frutti multipli o infruttescenza

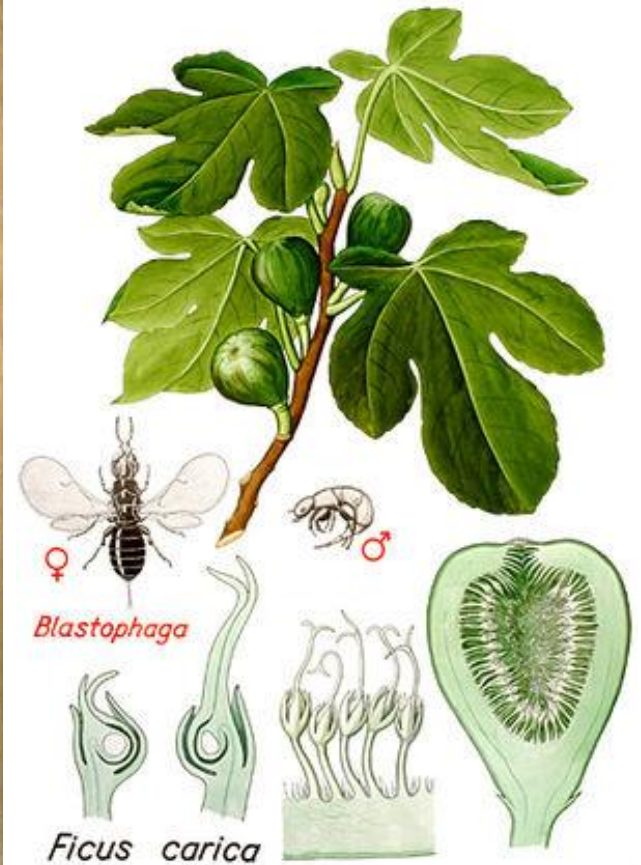
Frutto multiplo derivante dalla fusione di diversi ovari appartenenti a diversi fiori. L'esempio più tipico di frutto multiplo è l'ananas (Ananas comosus). Questo frutto deriva dalla fusione di numerosi fiori, formanti un'infiorescenza molto compatta, con fiori parzialmente concresciuti. Un altro esempio di frutto multiplo è la mora del gelso (Morus spp.), costituita da numerosi piccoli frutti disposti su uno stelo, derivanti da altrettanti fiori.



Formato da un asse carnoso (peduncolo dell'infiorescenza) sul quale sono inseriti i singoli frutti (ovari maturi di fiori sessili)

FRUTTI CARNOSI

Frutti multipli



Siconio costituito da un peduncolo dell'infiorescenza, ingrossato e cavo, internamente rivestito da piccoli fiori unisessuali, il cui ovario maturando diventa secco e duro

Il fico è un'infiorescenza (siconio) che racchiude minuscoli fiori interni. Si distingue tra caprifico (pianta "maschio", non commestibile) e fico domestico (pianta "femmina", commestibile).

*I fichi hanno una caratteristica unica: i fiori sbocciano internamente, hanno bisogno di un processo speciale per l'impollinazione. Non possono affidarsi semplicemente al vento o alle api per diffondere il loro polline ma a farlo deve essere un insetto specifico la vespa del fico o *Blastophaga psenes*. Il fico non può sopravvivere senza la sua presenza e al tempo stesso la vespa non può vivere senza il fico. La vespa depone le uova, le larve nascono, i maschi alati fecondano le femmine e muoiono. Le femmine cariche di polline escono. E' la progenie femminile che compie il viaggio verso il mondo esterno, portando il polline con sé e va a fecondare i fiori del fico femmina. I fiori fecondati producono acheni (i piccoli semi scricchiolanti) e il ricettacolo diventa il fico polposo che mangiamo. Questo non significa che il fico contiene una carcassa di vespa. Esso infatti usa un enzima noto come ficina per ridurre l'animale in proteine, anche se non sempre riesce a farlo con l'intero esoscheletro.*



Fico maschio



Fico femmina

Partenocarpia (Fichi Commerciali)

Molte varietà di fichi coltivati (partenocarpiche) maturano senza bisogno di impollinazione o della vespa. I fichi di supermercato o coltivati comuni solitamente non contengono residui di vespe al loro interno. I fichi selvatici o i fioroni possono avere all'interno la presenza di resti della vespa

Data la loro importanza in agricoltura la maggior parte degli studi è stata condotta su frutti eduli. La **maturazione del frutto** si riferisce a cambiamenti che comprendono ammorbidimento dovuto alla degradazione enzimatica delle pareti cellulari, idrolisi dell'amido, accumulo di zuccheri e la scomparsa di acidi organici e composti fenolici, compresi i tannini. La maturazione del frutto indica che i semi sono pronti per essere dispersi. Per i semi la cui dispersione dipende da fenomeni meccanici la maturazione del frutto può comportare il disseccamento e la divisione in più parti. Per molti anni l'**etilene** è stato identificato come l'ormone che accelera i frutti eduli. Studi hanno dimostrato che non tutti i frutti rispondono all'etilene. **I frutti che rispondono all'etilene** presentano un aumento caratteristico della respirazione prima della fase di maturazione chiamata **climaterio**. (mele, banane, avocado, pomodori). **I frutti non-climaterici** come gli agrumi e l'uva non presentano aumento di respirazione, né produzione di etilene.

PARTENOCARPIA

il frutto si forma indipendentemente dalla fecondazione. Il processo è definito partenocarpia (dal greco parthénos = vergine e karpós = frutto) e i frutti che ne derivano sono detti partenocarpici. Tali frutti sono privi di semi (apireni) o contengono semi sterili.

La partenocarpia naturale è piuttosto rara, poiché la formazione del frutto è collegata con la riproduzione sessuale e quindi, di norma, alla fecondazione e alla genesi di semi.

La partenocarpia può essere **obbligata**, nel qual caso le piante sono sterili, oppure **facoltativa**. La partenocarpia facoltativa può essere innescata da fattori ambientali quali la luce o la temperatura. La partenocarpia indotta artificialmente è piuttosto diffusa poiché l'assenza di semi nei frutti rappresenta un carattere qualitativo molto ricercato dai consumatori. La presenza di semi è un tratto indesiderato nei frutti edibili, poiché questi possano essere troppo grandi, duri, amari o contenere sostanze tossiche. Inoltre, la partenocarpia consente l'allungamento della vita media del frutto post-raccolta, poiché i semi producono ormoni che stimolano la senescenza. Un ulteriore vantaggio della partenocarpia consiste nel fatto che rende possibile la produzione di frutti anche in condizioni ambientali sfavorevoli per l'impollinazione.

Tipici esempi di frutti partenocarpici sono la banana, l'ananas e gli agrumi apireni. Nel caso della banana (ibrido tra *Musa acuminata* e *M. balbisiana*) la sterilità e la formazione di frutti partenocarpici sembra essere legata al genoma triploide. Una conseguenza della sterilità del banano è che le piante devono essere propagate per via vegetativa. Anche per altre piante edibili, come l'anguria, sono stati ottenuti ibridi con genoma triploide in grado di generare frutti partenocarpici apireni.

È noto che lo sviluppo del frutto è legato a segnali ormonali provenienti dal tubetto pollinico. Un ruolo chiave è giocato dalle auxine e dalle gibberelline. Analisi del contenuto auxinico endogeno nell'ovario mostrano, nei fiori impollinati, un picco di acido indol-3-acetico (IAA) dopo alcuni giorni dall'antesi. Tale picco viene osservato anche in fiori sottoposti a trattamento con auxine esogene. Questa osservazione suggerisce che un segnale esogeno associato all'impollinazione sia in grado di far aumentare l'auxina endogena che, a sua volta, darebbe avvio al processo di formazione del frutto. Sulla base di tali osservazioni sono state sviluppate strategie per l'ottenimento di frutti partenocarpici, principalmente a scopo commerciale. Una tecnica frequentemente utilizzata dagli agricoltori consiste nel trattare specie orticole coltivate in serra, come melanzane e pomodori, con fitormoni sintetici somministrati per nebulizzazione. Questo permette di ottenere frutti nel periodo invernale e in aree geografiche in cui le condizioni climatiche sarebbero decisamente avverse.