



# FRUTTI E SEMI

# LA GERMINAZIONE

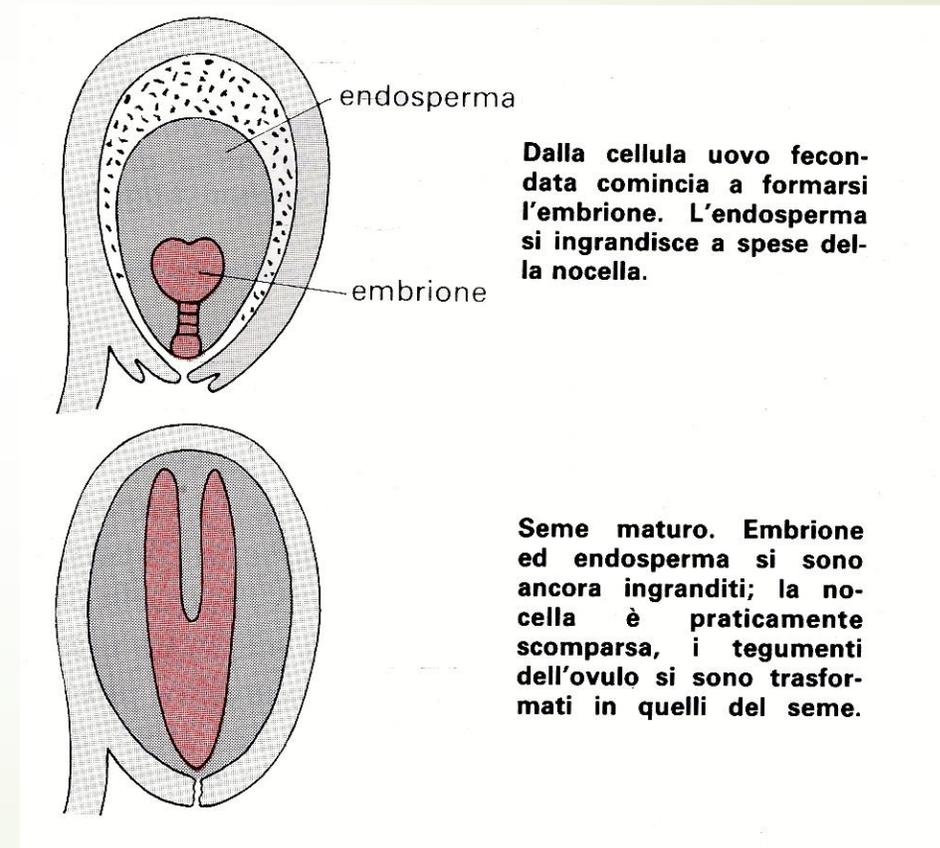
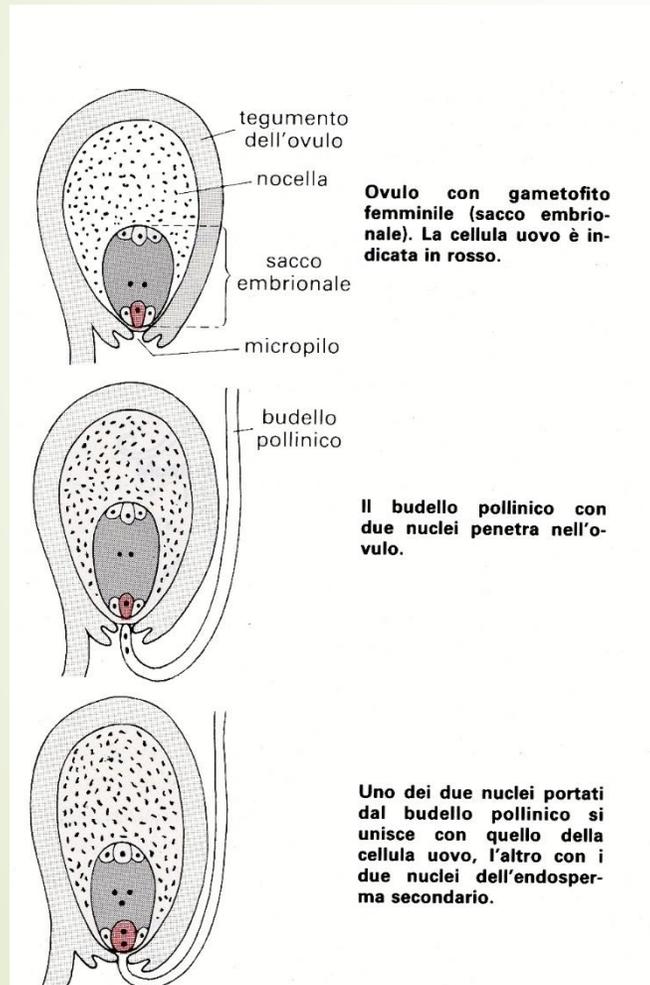
# LE FARINE ALIMENTARI

A CURA DI: Simona Casavecchia

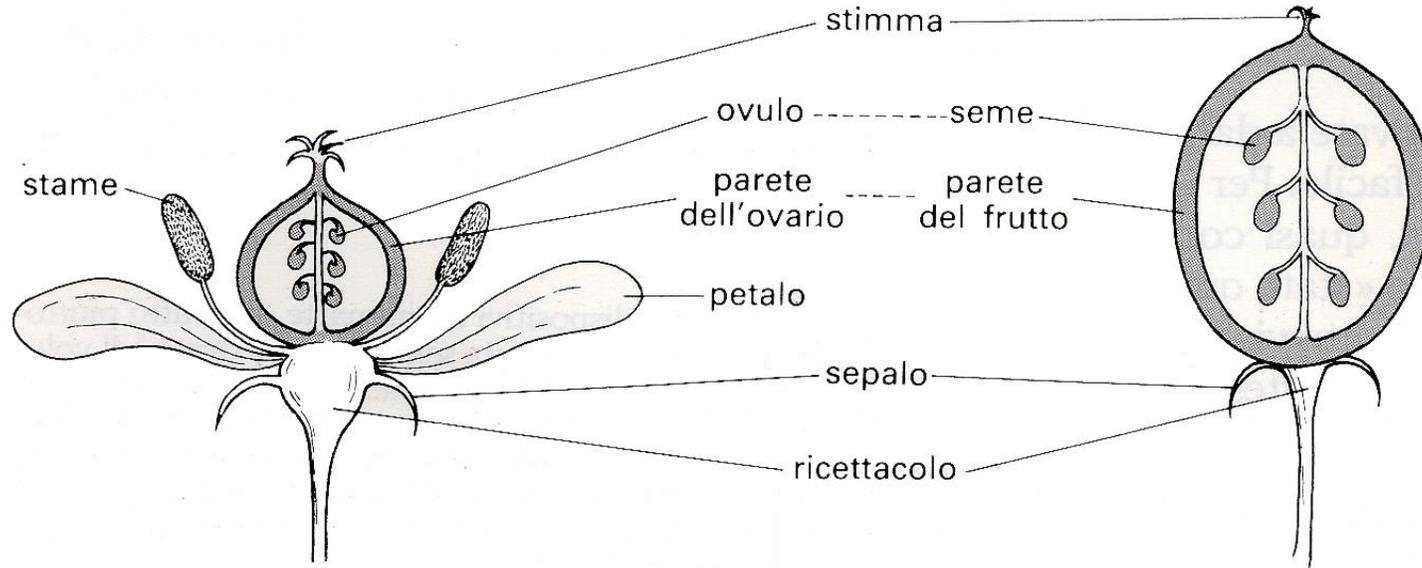
Dipartimento di Scienze agrarie, alimentari e ambientali

Centro interdipartimentale di ricerca e servizio Orto Botanico «Selva di Gallignano»

Dopo la fecondazione dell'ovulo da parte di un granulo di polline, inizia la **trasformazione degli ovuli in semi** mentre **l'ovario si trasforma** profondamente e diventa un **frutto**.



## DAL FIORE AL SEME

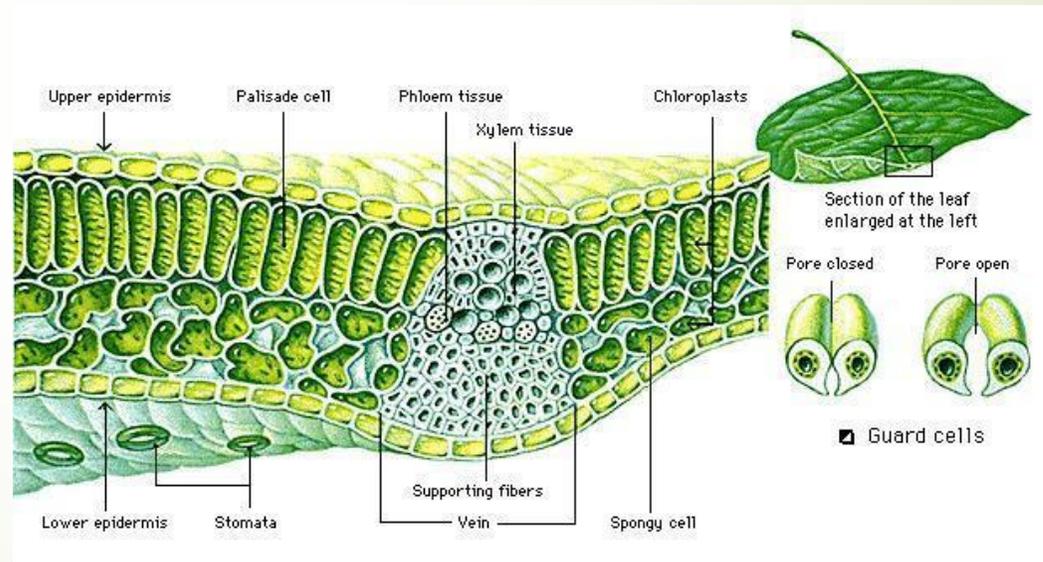


L'ovulo si trasforma in **seme**

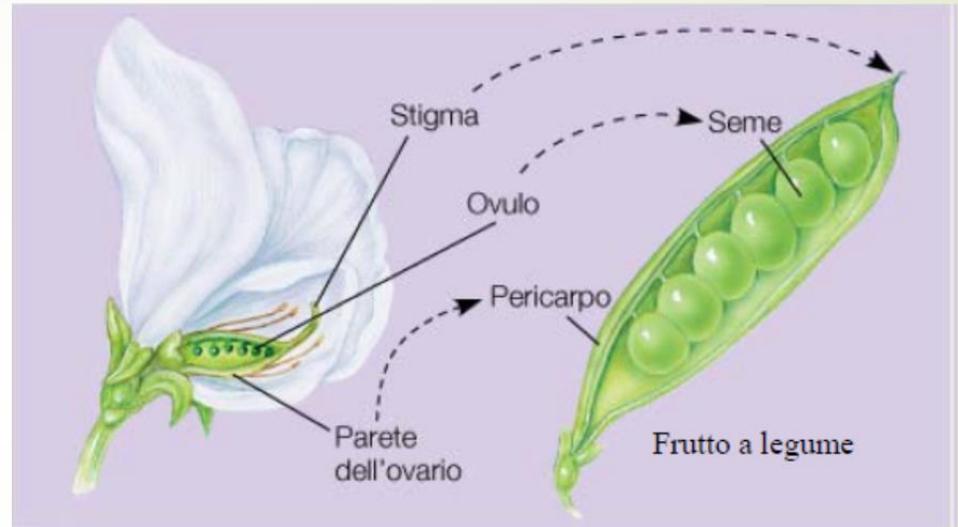
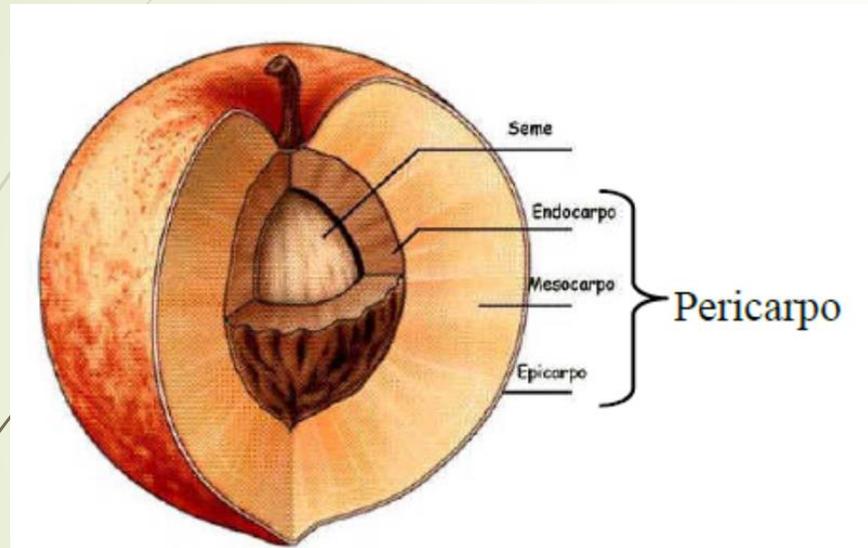
L'ovario si trasforma in **frutto**

I semi, quindi, durante la loro maturazione sono contenuti all'interno della parete dell'ovario, che assume caratteristiche particolari e che viene complessivamente indicata con il termine **pericarpo**.

Poiché si ritiene che il carpello si sia evoluto da una foglia (un megasporofillo) che si è richiusa su se stessa saldandosi al margine, 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.



Alcuni frutti derivano dall'ovario e da altre parti fiorali o vegetative pertanto vengono definiti **falsi frutti**.





Lo sviluppo del frutto comporta un cospicuo incremento dimensionale dell'ovario e profondi cambiamenti grazie ai quali acquisisce specifiche proprietà meccaniche e chimiche.

A seguito della maturazione il frutto può **disidratarsi e assumere una consistenza coriacea o legnosa** o al contrario può **incrementare il suo livello di idratazione e divenire molto morbido**. Può inoltre caricarsi di **zuccheri**, acquisire **colorazioni sgargianti** o emettere **aromi intensi**.

Questi caratteri sono correlati alle specifiche **strategie di dispersione dei semi**.



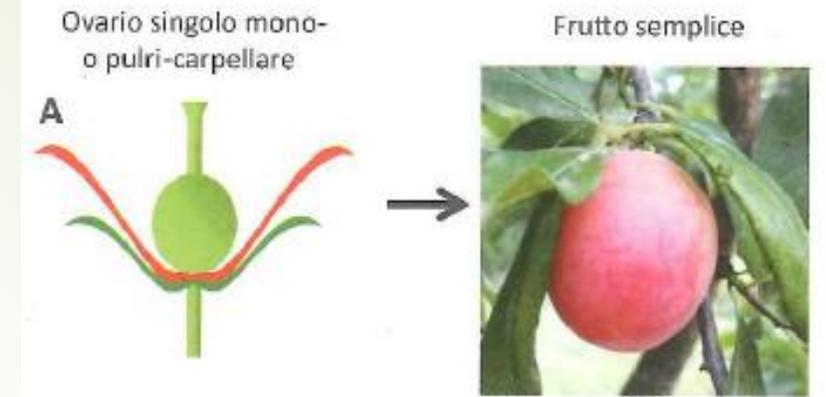
# Principali tipi di frutti

**Vero frutto:** frutto che deriva esclusivamente dall'ovario

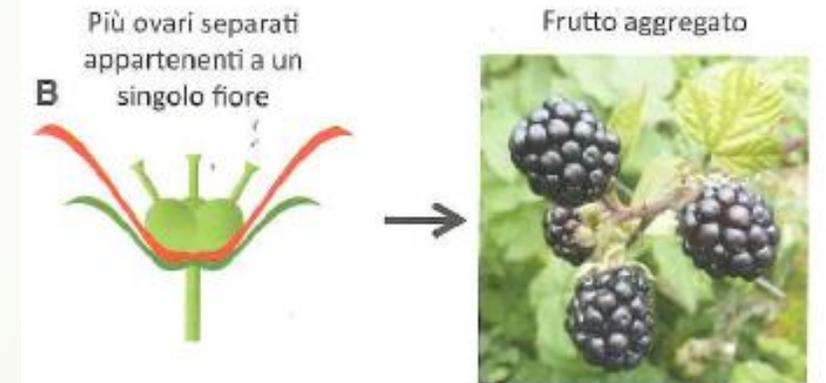
**Falso frutto:** frutto che deriva dall'ovario e da altre strutture fiorali o extrafiorali

# Principali tipi di frutti

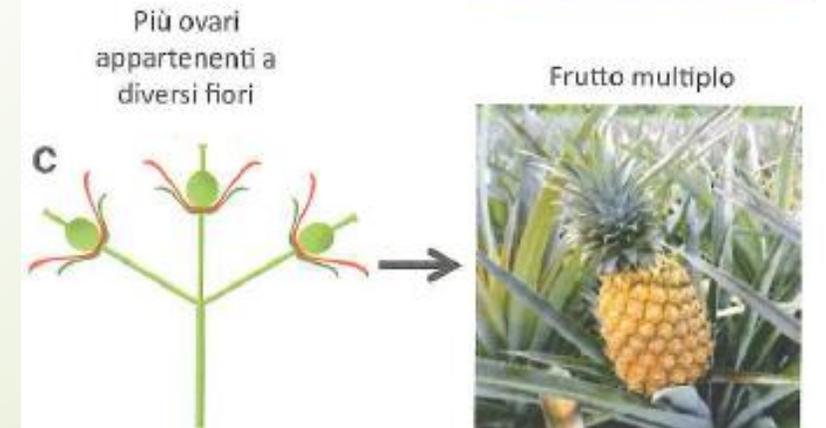
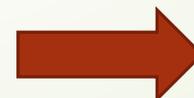
**Frutto semplice:** deriva da un singolo ovario di un singolo fiore (l'ovario può essere monocarpellare oppure pluricarpellare sincarpico)



**Frutto aggregato:** deriva da un fiore con molti ovari separati (gineceo pluricarpellare apocarpico)



**Frutto multiplo (infruttescenza):** deriva da diversi ovari appartenenti a fiori diversi riuniti in una infiorescenza



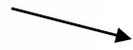


1) **Frutti semplici**: gineceo formato da 1 singolo carpello  
o da più carpelli fusi

**Frutti secchi**



**deiscenti**



**indeiscenti**

**Frutti carnosì**

Frutti secchi indeiscenti



Achenio  
(Ranuncolo)



Achenio  
(Quercia)



Diachenio  
(Finocchio)



Cariosside  
(Mais)



Noce  
(Nocciolo)



Samara  
(Clmo)



Disamara  
(Anero)



Samara  
(Frassino)

Frutti secchi deiscenti



Follicolo  
(*Cynanchum* sp.)



Legume  
(Pisello)



Siliqua  
(*Eruca* sp.)



Siliquetta  
(*Lunaria* sp.)

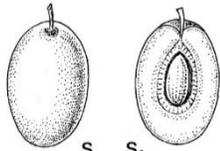


Lomento  
(*Raphanus* sp.)



Capsula  
(*Iris* sp.; *Papavero*; *Anagallis* sp.)

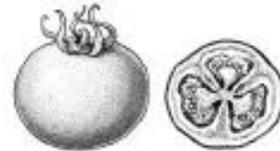
Frutti carnosì



drupa (susino)



Drupa (Pesco)



Bacca (Pomodoro)



Bacca (Uva spina)



mora



fragola



Lampono



Gelso



Ananas

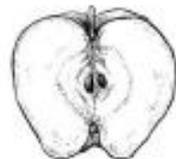


siconio (fico)

Frutti composti (aggregati)

Infruttescenze

Falsi frutti



Pomo (Melo)



Cinorrodo (Rosa)



Fragola



Siconio (Fico)



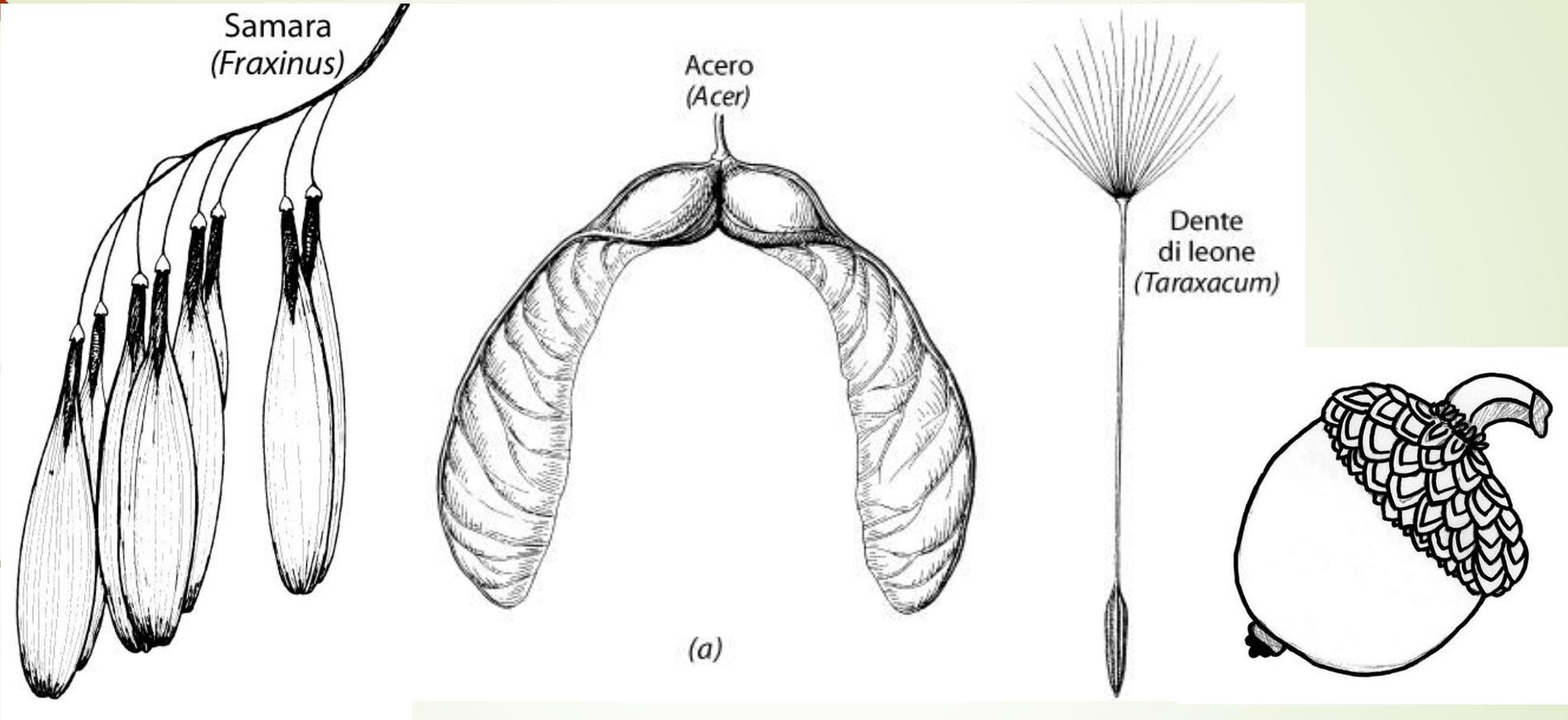
I **frutti secchi** hanno pericarpo secco, legnoso, fibroso o cartaceo a maturità. Sono definiti indeiscenti se non si aprono a maturità e deiscenti se si aprono per consentire la dispersione dei semi.

I **frutti secchi indeiscenti monospermi** contengono un solo seme. I principali sono: Achenio, Noce, Cariosside.

I **frutti secchi indeiscenti plurispermi** contengono più semi e si chiamano **schizocarpi** in quanto a maturità si rompono suddividendosi in singole unità monosperme definite **mericarpi**.

Esempi di schizocarpi sono: disamara, diachenio, tetrachenio, poliachenio.

# Frutti secchi indeiscenti



samara  
(gen *Fraxinus* e gen.  
*Ulmus*)

disamara  
(gen. *Acer*)

achenio

ghianda

# Achenio

Deriva da **ovario supero monocarpellare monospermo**.

Frutto con pericarpo sottile, duro e membranaceo, racchiude un unico seme che non aderisce al tegumento.



frutto di *Clematis* sp.



frutti di *Ranunculus* sp.

## Achenio (**Cipsela**)

Deriva da **ovario infero pluricarpellare sincarpico** contenente un solo seme (**monospermo**).



Frutti di *Taraxacum* sp.

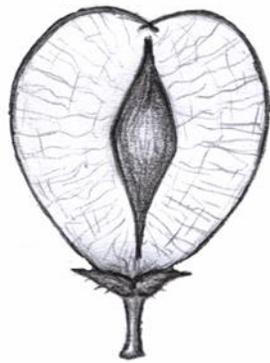
## Achenio (**Ghianda**)

Frutto secco indeiscente **pluricarpellare monospermo** per aborto di tutti gli ovuli tranne uno. Deriva da **ovario infero** e avvolto da una cupola sclerotizzata originatasi per escrescenza del peduncolo



ghianda di *Quercus robur*

# Achenio alato (**Pterodio**)



Olmo



# Noce

Deriva da **ovario pluricarpellare sincarpico** monospermo, raramente dispermo. Frutto con pericarpo duro, legnoso o coriaceo in cui esocarpo, mesocarpo ed endocarpo non sono distinguibili.

Racchiude un unico seme per aborto di tutti gli ovuli tranne uno. La parete del frutto non è concresciuta con il tegumento del seme.



# Cariosside

Frutto secco indeiscente **monospermo**. Deriva da **ovario supero pluricarpellare sincarpico**.

Differisce dall'achenio in quanto i tegumenti del seme sono concresciuti o aderenti con il pericarpo.

Caratteristico delle graminacee.



# Schizocarpo

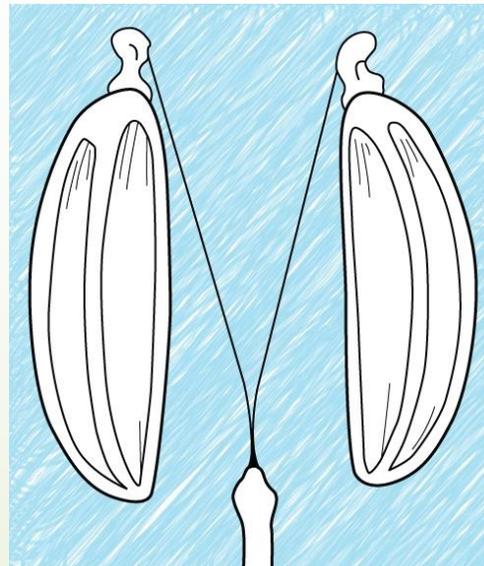
Categoria di frutti accumulati dall'essere originati da **ovari pluricarpellari sincarpici**. Sono frutti **plurispermi** che a maturità si frazionano in più parti (**mericarpi**) ognuna delle quali è generalmente monosperma. Sono anche noti come frutti dirompenti.

Esempi:

## 1. Diachenio delle Apiaceae

Deriva da **ovario bicarpellare infero**.

A maturità si scinde in due porzioni monocarpellari monosperme tipo achenio che rimangono superiormente attaccate ad un carpoforo.



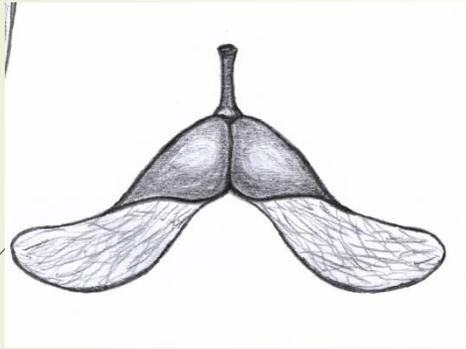
## 2. Tetrachenio delle Lamiaceae:

Deriva da **ovario supero bicarpellare** il quale si scinde a maturità in quattro porzioni (corrispondenti alle quattro logge dell'ovario) monosperme ciascuna del tipo di una nucola.



### 3. Disamara (aceri)

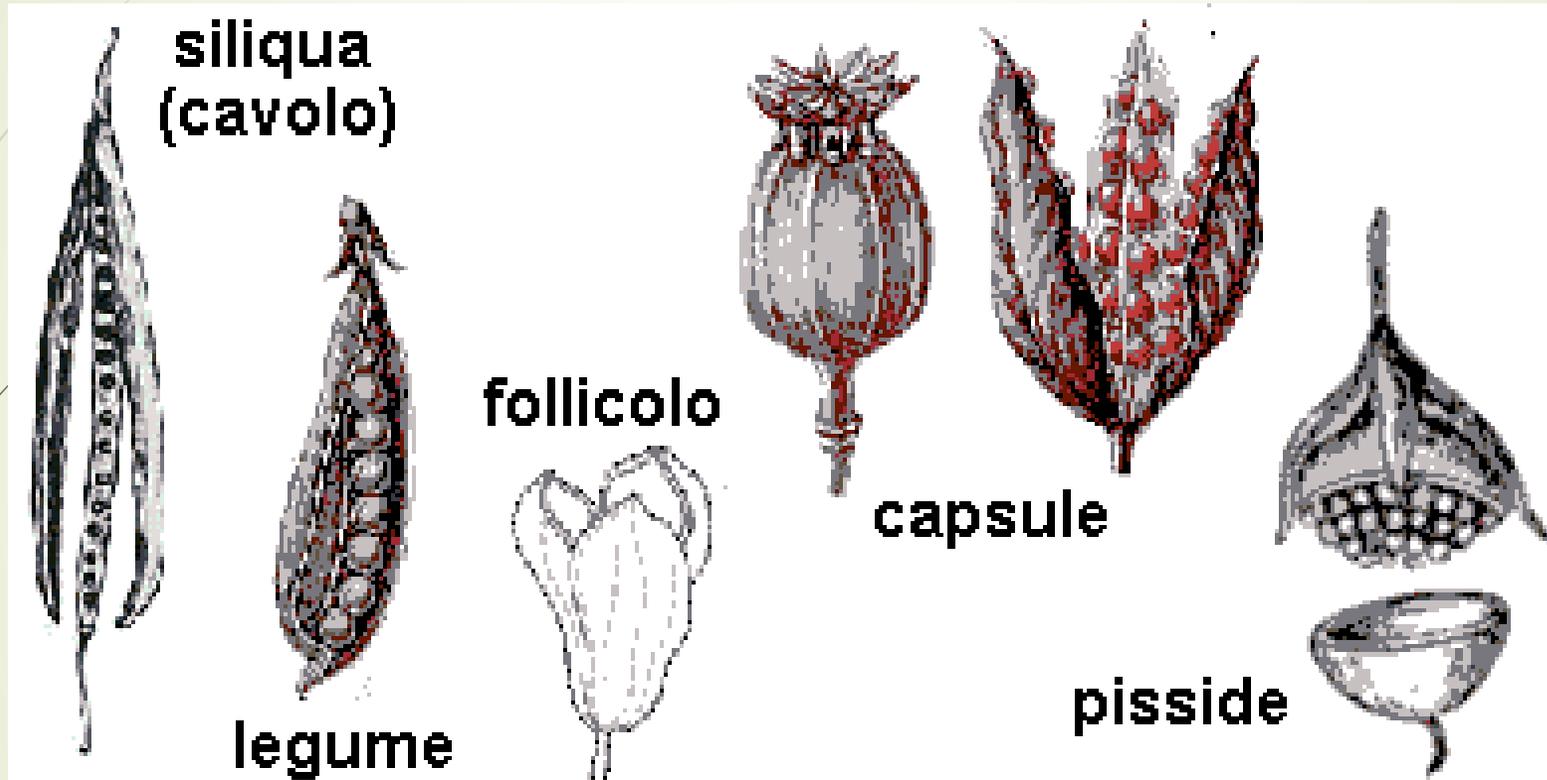
Deriva da ovario supero 2-3 carpellare il quale si scinde a maturità in altrettante porzioni monosperme il cui tegumento membranoso si prolunga in un'ala



*Acer* sp.



# Frutti secchi deiscenti (generalmente polispermi)



## Follicolo

Frutto secco **monocarpellare plurispermo**.

Deisce lungo la linea di sutura ventrale del carpello in corrispondenza della quale sono localizzate le placenti.

Raramente è monospermo come nell'anice stellato e nella magnolia.



Magnolia

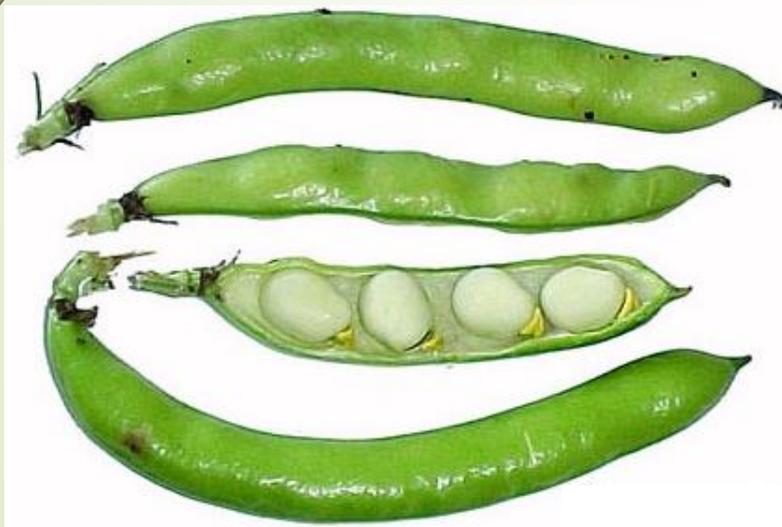
Frutto di *Paeonia officinalis*

## Legume (o baccello)

Simile al follicolo (*frutto secco **monocarpellare plurispermo***) deisce però lungo le due linee opposte: quella dorsale e quella di sutura ventrale.

Tipico delle leguminose e può presentarsi con forme diverse: dritto, avvolto a spirale ecc.

In alcuni generi il legume è suddiviso e articolato in una serie di logge monosperme e chiuse e prende il nome di **lomento**. Questo non deisce longitudinalmente ma si separa trasversalmente in porzioni monosperme.



Frutto di *Vicia faba*.

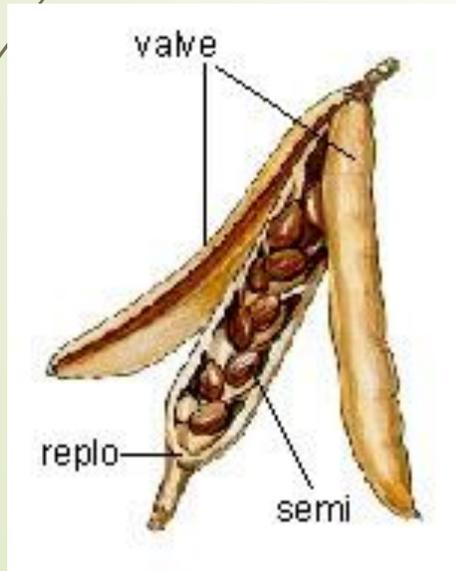


Frutto di *Hedysarum* sp.

## Siliqua e siliquetta

Frutto derivante da **ovario bicarpellare sincarpo**. Deisce a maturità lungo le due linee longitudinali che separano le due valve (linee di sutura che saldano assieme le due foglie carpellari). I semi sono attaccati su un tessuto centrale chiamato replo.

E' il frutto tipico della famiglia delle Crocifere. Può essere allungato e lineare. Si parla di siliquetta quando la lunghezza e la larghezza tendono ad essere uguali.



siliqua

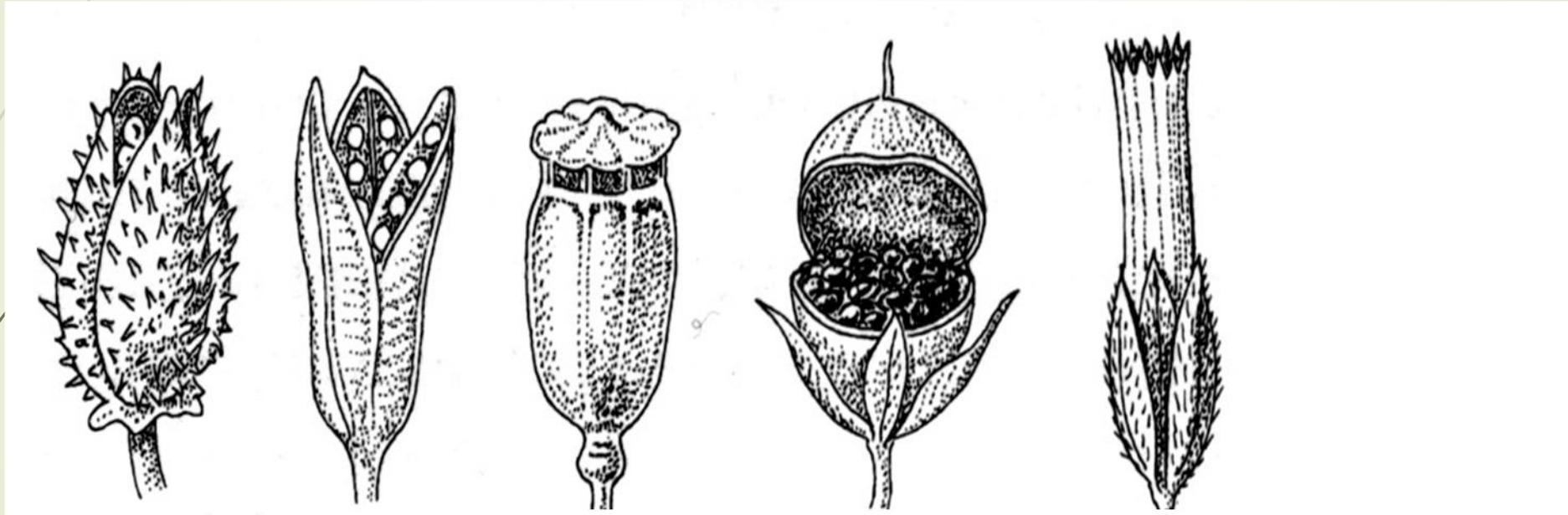


siliquetta

# Capsula

Frutto secco deiscente **polispermo** derivante da ovario **pluricarpellare sincarpo supero** o anche **infero**.

In funzione di come avviene la deiscenza si possono avere vari tipi di capsula.



**capsula setticida:**  
deiscenza in corrispondenza dei setti che separano i loculi.

**capsula loculicida:**  
deiscenza lungo la linea mediana dei loculi

**capsula poricida:**  
deiscenza per mezzo di pori

**Pisside:**  
deiscenza mediante un opercolo

capsula che si apre mediante denti apicali



capsula di papavero (poricida)



capsula di *Datura* sp. (setticida)

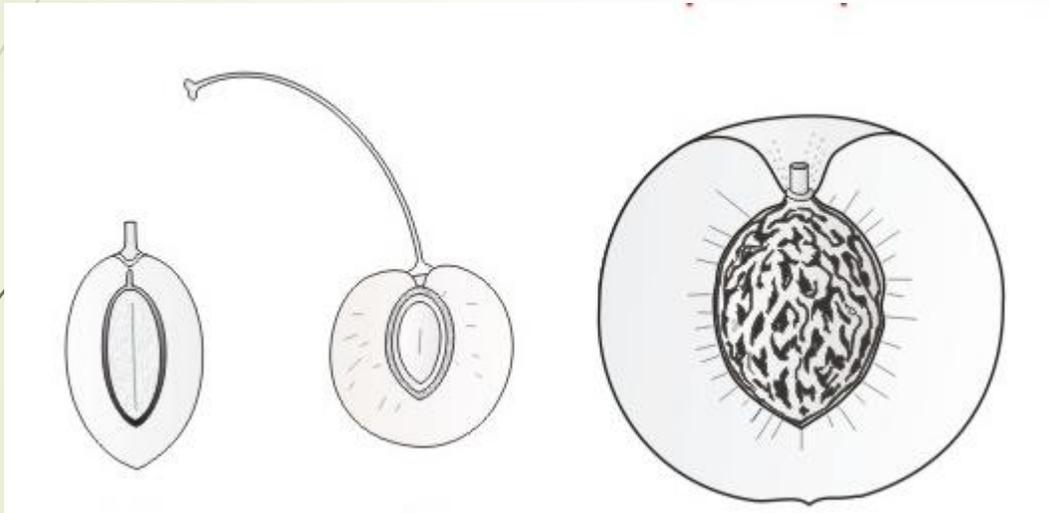
## Frutti carnosì

Hanno un pericarpo carnosò a maturità e tessuti turgidi per la presenza di acqua e zuccheri.

In molti frutti carnosì i tre strati che costituiscono il pericarpo sono distinguibili; in altri non si ha una chiara separazione tra mesocarpo ed endocarpo ed è proprio su questa differenza che si basa la distinzione tra drupe e bacche.

I tipi principali di frutti carnosò sono: la **drupa**, la **bacca**, l'**esperidio**, il **peponide**, il **balaustio**.

# Frutti carnosì



drupa



bacca

# Drupa

Il pericarpo presenta in modo ben distinto gli strati di cui è composto: l'**epicarpo** in forma di pellicola esterna, il **mesocarpo** costituito da una massa succulenta, carnosa o anche fibrosa, l'**endocarpo** costituito da un involucro duro e legnoso attorno al seme.

Può derivare da **ovario monocarpellare** (ciliegia, susina ecc.) o **pluricarpellare** (noce di cocco) in cui due carpelli su tre sono però abortiti. E' pertanto **monospermo**.



drupa di albicocca



drupa di ciliegia

# Bacca

Il **mesocarpo** e l'**endocarpo** sono carnosì (non distinguibili tra loro) e l'involucro duro che protegge i semi fa parte dei semi stessi derivando dai loro tegumenti. La bacca può essere **monocarpellare** (*Actaea* ecc.) oppure **pluricarpellare sincarpica** (molte solanacee e *Ribes*). Nelle Solanacee deriva da **ovario supero** come pure nella vite; nel ribes, mirtillo ecc. da **ovario infero**; può contenere un solo seme (es. dattero) oppure più semi (es. pomodoro).



*Actaea spicata*



*Ribes*



Uva

## Altri tipi di bacche

**Esperidio** (frutto tipico degli agrumi come arancio, limone ecc.)

Bacca **pluriloculare supera** con epicarpo sottile, colorato e ricco di tasche lisigene, mesocarpo bianco spugnoso e asciutto, endocarpo settato e succoso caratterizzato da cellule piene di succo derivanti da emergenze che tappezzano internamente le pareti dei loculi e si spingono tra i semi.



## Peponide (frutto della zucca)

Bacca derivante da **ovario infero pluricarpellare** e nel quale epicarpo e mesocarpo sono fusi insieme e carnosi mentre l'endocarpo diviene deliquescente a maturità assieme alle grosse placente cui sono appesi i semi.



## Balaustio (frutto del melograno)

Bacca derivante da un **ovario infero pluricarpellare** con pericarpo coriaceo grosso e spugnoso che si fende irregolarmente a maturità mettendo parzialmente allo scoperto i semi i cui tegumenti sono gelatinosi e succosi di caratteristico colore rosso.

E' l'unico frutto diviso da setti trasversali e con logge sovrapposte.



## Frutti aggregati

Sono frutti che derivano dalla fusione di più ovari separati appartenenti al medesimo fiore. Derivando da due o più pistilli, sono costituiti da altrettanti fruttini così appressati da simulare un frutto unico.

Nei **frutti aggregati** i pistilli prima, e fruttini poi, fanno parte di un unico gineceo pluricarpellare apocarpico, sono cioè prodotti da un unico fiore e sono inseriti sullo stesso ricettacolo (es. mora del rovo). Altri esempi sono la fragola e il lampone.



## Frutti multipli o Infruttescenze

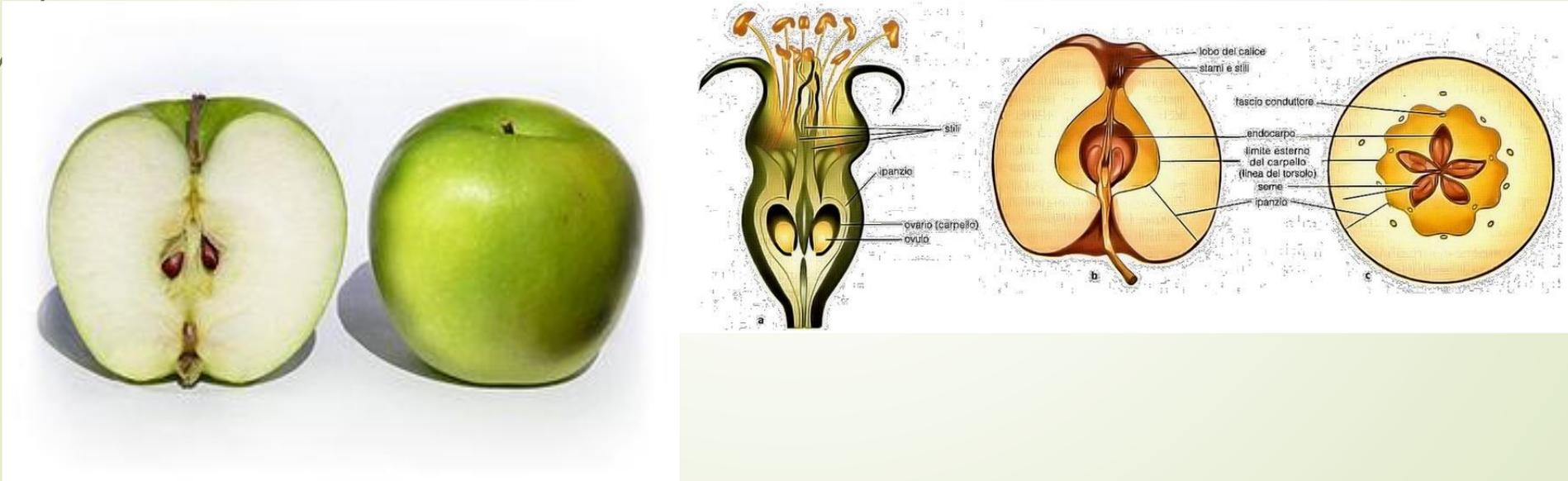
Derivano dalla trasformazione di intere infiorescenze e sono costituiti da altrettanti fruttini così appressati da simulare un frutto unico.

Nei **frutti multipli o infruttescenze** i pistilli prima, e i fruttini poi, sono il prodotto di più ginecei e appartengono quindi a più fiori strettamente ravvicinati in una infiorescenza compatta. Esempio: mora del gelso denominata **sorosio** insieme di pseudo-drupe derivato da un'infiorescenza in cui il perianzio dei fiori diviene succulento. Altri esempi: siconio, ananas



# Falsi frutti

Sono i frutti alla cui formazione partecipano esclusivamente o anche solo in parte tessuti che non appartengono all'ovario pertanto la parte edibile del frutto deriva dalla trasformazioni di altre parti del fiore. Classico esempio è il **pomo** in cui la parte carnosa deriva dall'ingrossamento dell'ipanzio saldato all'ovario infero mentre il vero frutto è il torsolo.



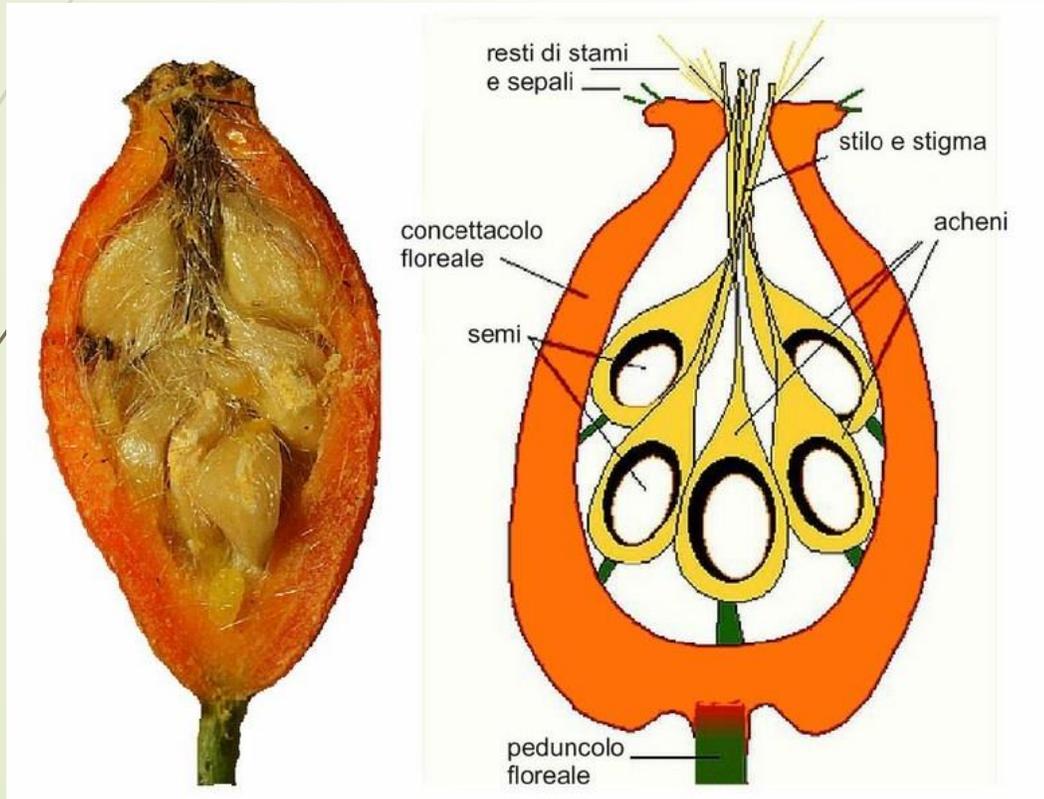
## Falsi frutti

La **fragola** è costituita da un ricettacolo convesso ingrossato e carnoso che porta numerosi piccoli acheni derivati da ovari pluricarpellari apocarpici.



# Falsi frutti

Il **cinorrodo** di rosa deriva da un ipanzio concavo carnosso che contiene i veri frutti (acheni) derivati da ovari superiori apocarpici.



## Falsi frutti

Il **siconio**, infruttescenza del fico, con asse carnosso che deriva dall'infiorescenza che porta lo stesso nome.



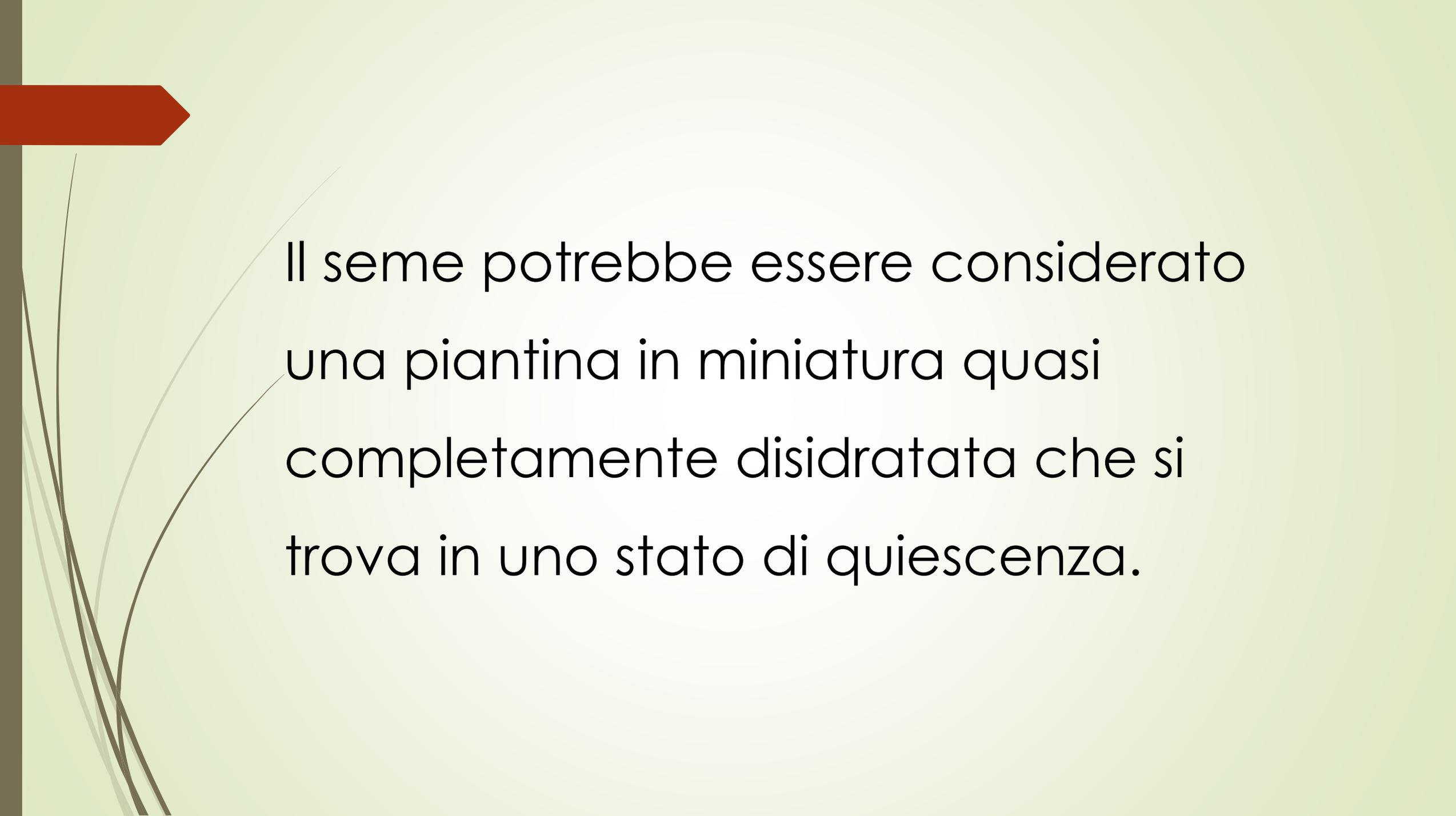
**TABELLA 14.1****Principali tipologie di frutto**

	<b>Nome</b>	<b>Derivante da ovario</b>	<b>Numero di semi</b>	<b>Esempi</b>
<b>Frutti secchi indeiscenti</b>	Achenio	Monocarpellare	Monospermo	<i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Helianthus annuus</i> <i>Taraxacum officinale</i> <i>Fragaria vesca</i>
	Cariosside	Pluricarpellare sincarpico	Monospermo	<i>Triticum aestivum</i> <i>Triticum durum</i> <i>Oryza sativa</i> <i>Zea mays</i> <i>Hordeum vulgare</i>
	Noce	Pluricarpellare sincarpico	Generalmente monospermo, raramente bispermo	<i>Corylus avellana</i> <i>Quercus robur</i> <i>Castanea sativa</i> <i>Tilia americana</i>
	Schizocarpo	Il frutto è pluricarpellare sincarpico, i mericarpi sono monocarpellari	Il frutto è plurispermo, i mericarpi mono- o plurispermi	<i>Apium graveolens</i> <i>Acer negundo</i> <i>Ocimum basilicum</i> <i>Malva sylvestris</i>

Frutti secchi deiscenti	Follicolo	Monocarpellare, si apre lungo la linea di sutura del carpello	Mono- o pluri-spermo	<i>Nerium oleander</i> <i>Magnolia grandiflora</i>
	Legume	Monocarpellare, si apre lungo due linee, una corrispondente alla linea di sutura del carpello, l'altra alla nervatura mediana	Plurispermo	<i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Cercis siliquastrum</i> <i>Vicia faba</i> <i>Pisum sativum</i>
	Siliqua o siliquetta	Bicarpellare, due valve si separano lungo le linee corrispondenti alle linee di sutura dei due carpelli	Plurispermo	<i>Capsella bursa-pastoris</i> <i>Arabidopsis thaliana</i>
	Capsula	Pluricarpellare	Plurispermo	<i>Papaver</i> spp. (c. poricida) <i>Digitalis</i> spp. (c. setticida) <i>Lilium</i> spp. (c. loculicida) <i>Hyosyamus</i> spp. (pisside)
Frutti carnososi	Drupa	Unicarpellare o pluricarpellare	Mono- o pluri-spermo	<i>Olea europaea</i> <i>Prunus avium</i> <i>Prunus persica</i> <i>Prunus armeniaca</i>
	Bacca	Unicarpellare o pluricarpellare	Mono- o pluri-spermo	<i>Capsicum annuum</i> <i>Solanum melongena</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Solanum lycopersicum</i>



# **IL SEME E LA GERMINAZIONE**



Il seme potrebbe essere considerato una piantina in miniatura quasi completamente disidratata che si trova in uno stato di quiescenza.



# Funzioni

Le funzioni dei semi sono essenzialmente due:

- propagazione della specie su vaste aree
- sopravvivendo anche a condizioni estreme (grazie allo stato di dormienza) permette alla specie di durare nel tempo

# Dispersione nello spazio



Semi molto piccoli (tabacco, orchidea, ecc.)



abete



betulla

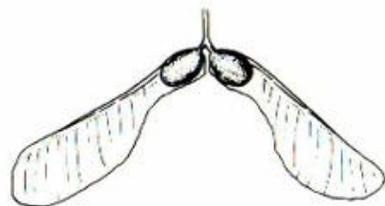


oleandro

Semi dotati di organi di volo

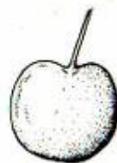


soffione  
(*Taraxacum officinale*)



acero

Frutti dotati di organi di volo



ciliegia



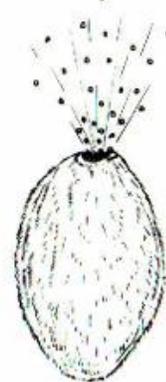
lampone

Frutti con polpa che viene mangiata dagli animali; i semi, indigeriti, vengono espulsi con le feci

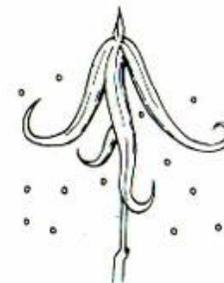


*Chelidonium majus*

Semi con un'appendice carnosa che viene mangiata da varie specie animali, per esempio formiche



cocomero asinino  
(*Ecballium elaterium*)



balsamina  
(*Impatiens*)

Frutti che proiettano lontano i semi



Lappola  
(*Arctium lappa*)

Frutti dotati di uncini che si fissano al pelo degli animali

I meccanismi di disseminazione coinvolgono sia semi che frutti



*Impatiens noli-tangere*



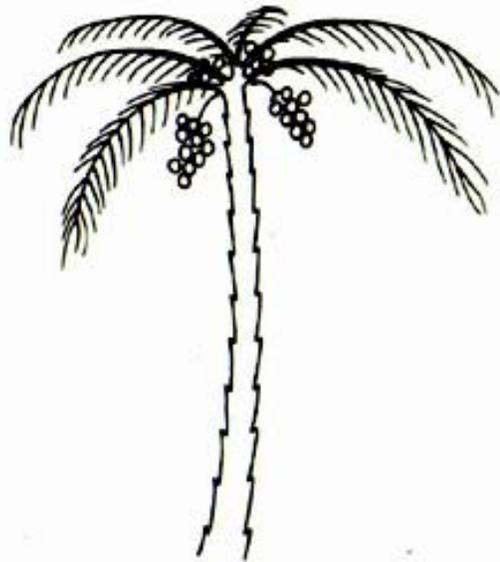
*Ecballium elaterium*



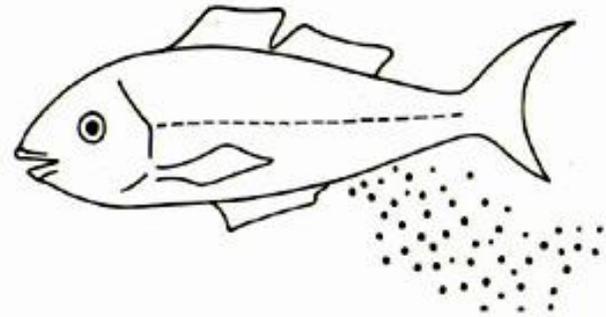
*Arctium minus*



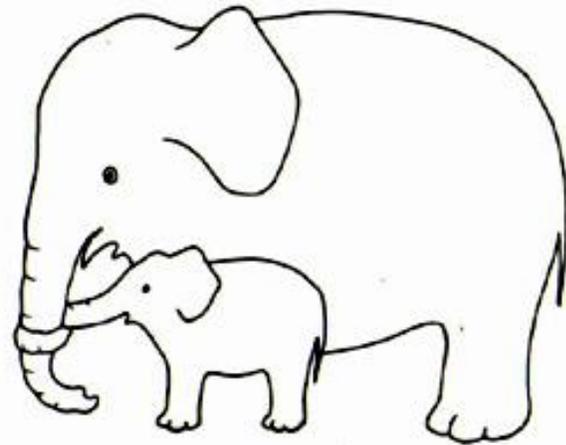
**Moltissimi semi piccoli**



**Pochi semi grossi**

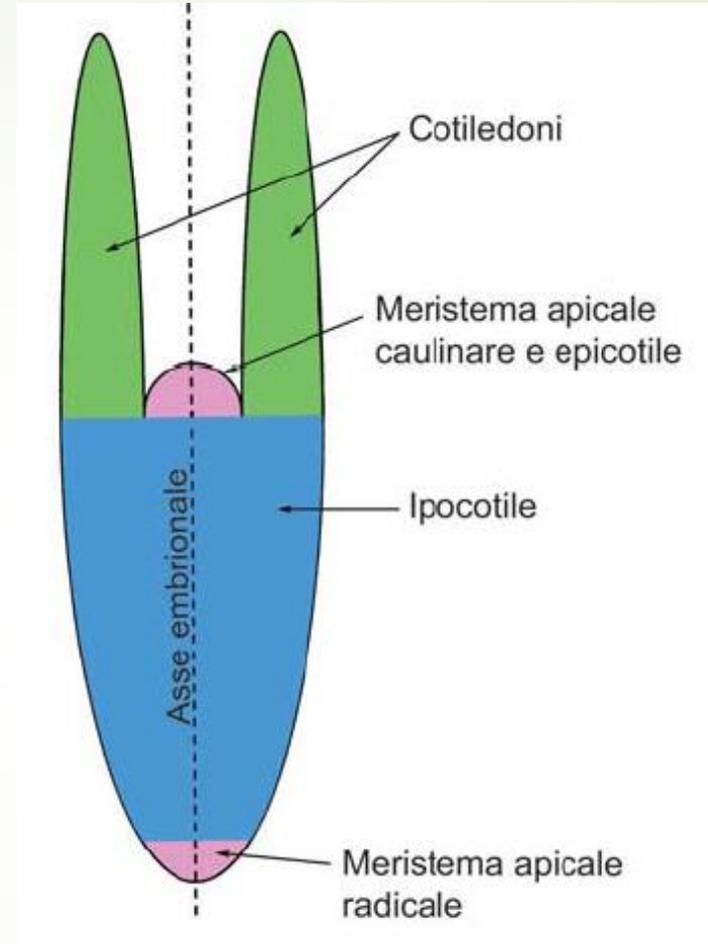
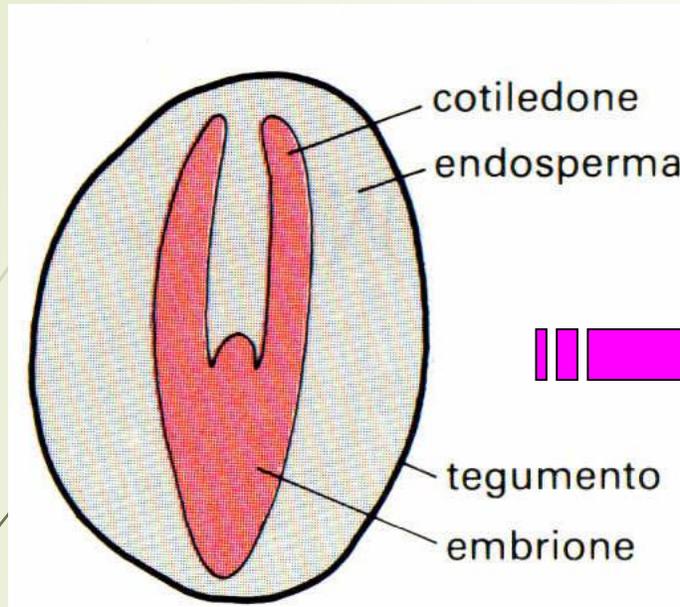


**Moltissime uova che vengono disperse nell'ambiente**

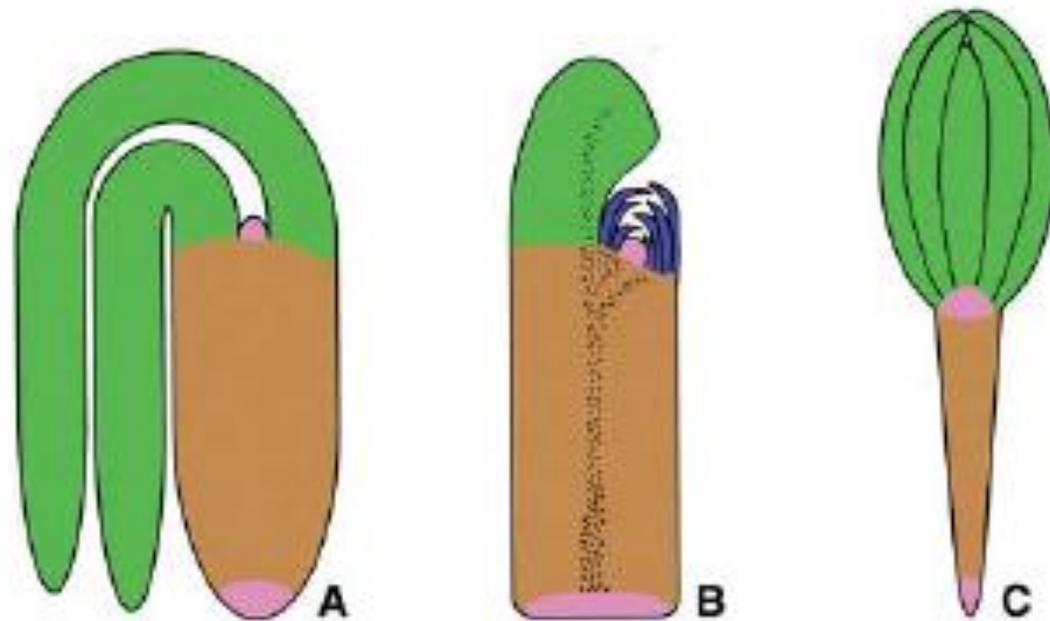


**Un solo piccolo che viene amorosamente curato**

# Struttura del seme



L'embrione è costituito da un asse embrionale portante ai due poli opposti due zone meristematiche: la plumula e la radichetta. Sull'asse embrionale si inseriscono i cotiledoni. Due per le dicotiledoni, uno per le monocotiledoni (scutello) e sino a 15 per le Gimnosperme



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



Oltre all'embrione il seme è costituito dalle seguenti parti:

**endosperma:** deriva dalla fecondazione del nucleo dell'endosperma secondario dell'ovulo da parte del tubetto pollinico (doppia fecondazione) che comincia a dividersi per mitosi. La divisione mitotica del nucleo dell'endosperma inizia prima della prima divisione dello zigote.

**Funzione:** rifornire di sostanze nutritive l'embrione in via di formazione e, in alcuni casi, il seme in germinazione.

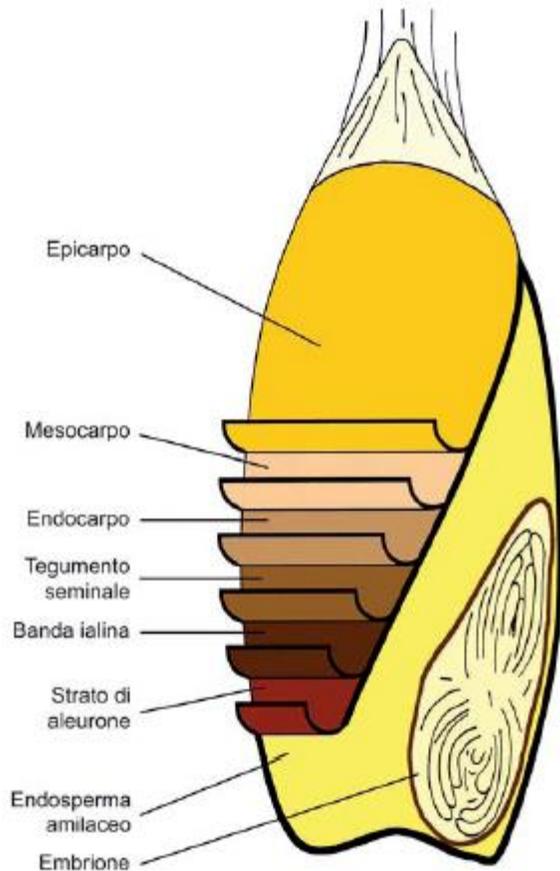
**perisperma:** tessuto di accumulo di sostanze nutritive che deriva dalla nocella (tessuto che costituisce l'ovulo). Presente solo in alcuni gruppi di angiosperme.



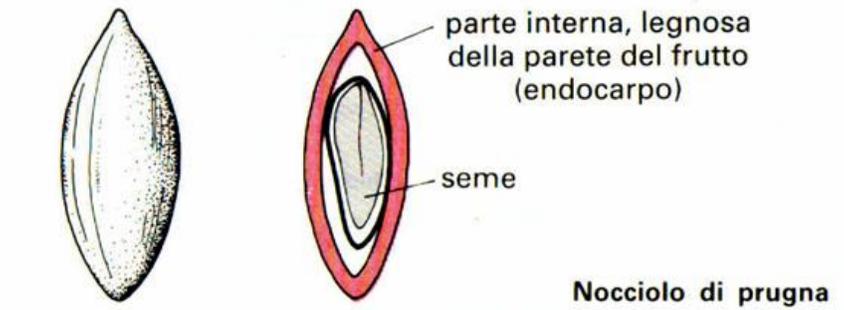
**tegumento seminale:** deriva dal/i tegumento/i dell'ovulo. Ha la funzione di proteggere l'embrione. Può essere sottile ed avere una consistenza cartacea ma in molti semi è robusto ed impermeabile all'acqua.

**llo:** è una piccola cicatrice visibile sul tegumento esterno che deriva dal micropilo, punto di intersezione con il funicolo o penduncolo che collega la nocella dell'ovulo con le pareti dell'ovario.

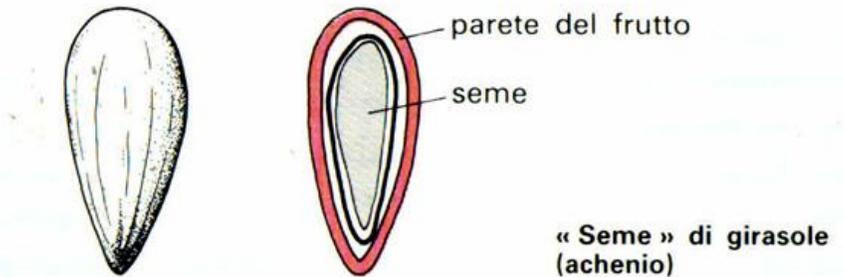
# Alcuni semi sono in realtà dei frutti



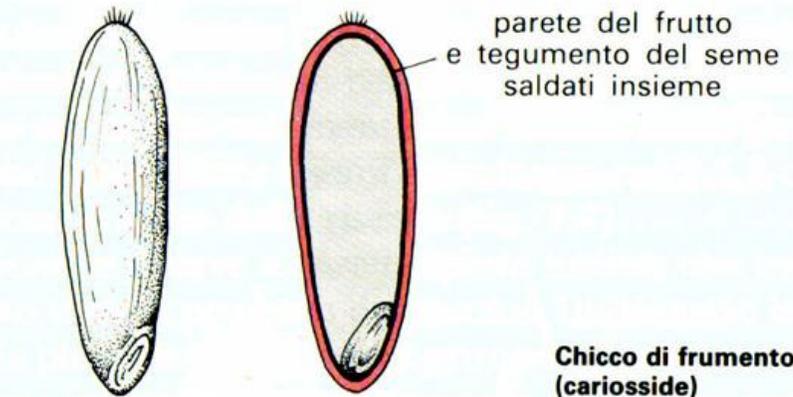
Sezione longitudinale di una cariosside di frumento maturo. Gran parte della cariosside è costituita dall'endosperma amilaceo circondato dallo strato aleuronico. I tegumenti del seme sono fusi con il pericarpo. Si noti l'embrione con un solo cotiledone.



visto esternamente visto in sezione

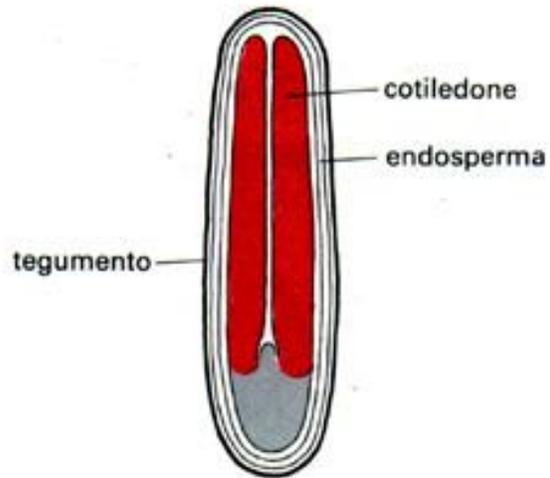


visto esternamente visto in sezione

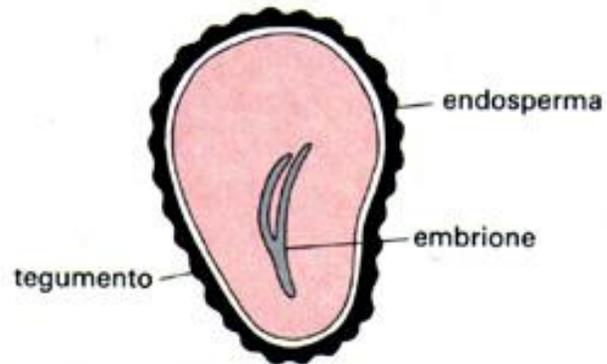


visto esternamente visto in sezione

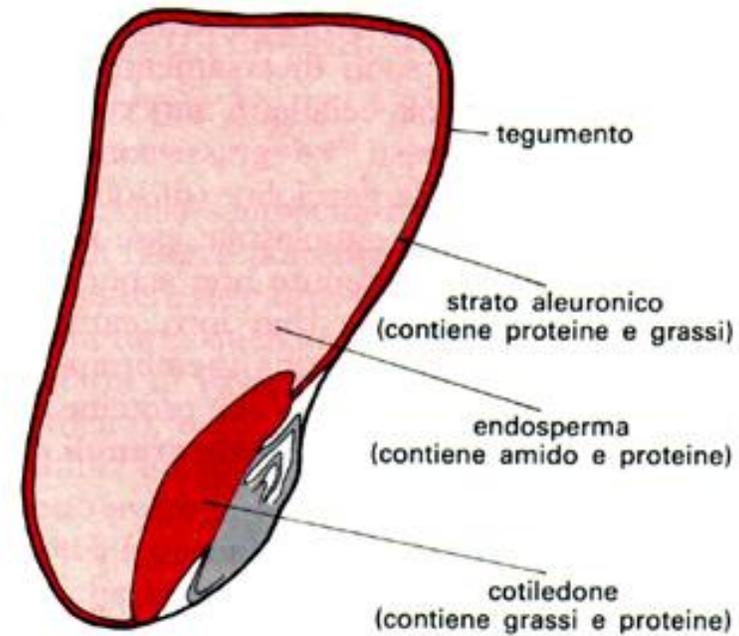
# Localizzazione sostanze di riserva



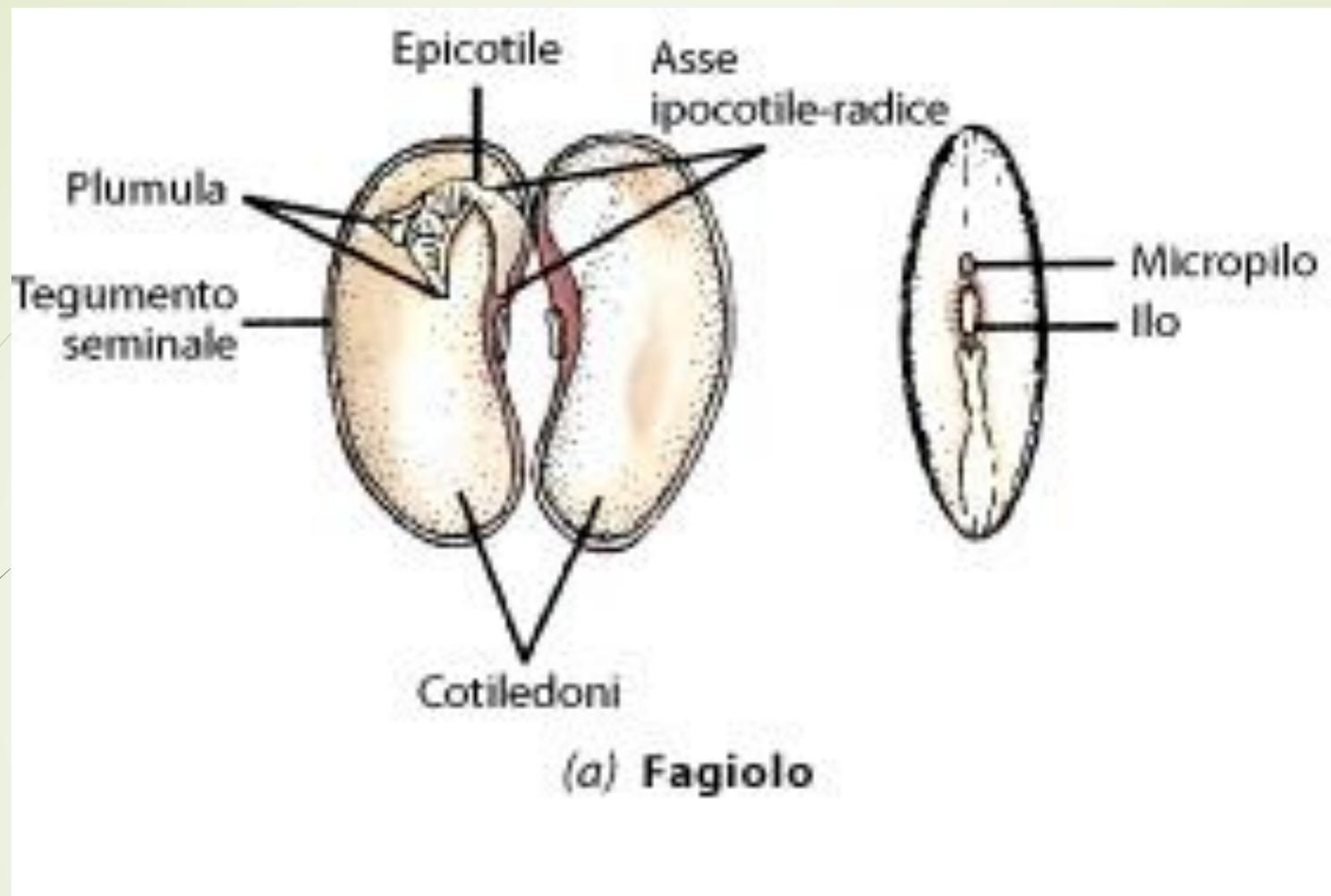
**Lattuga (riserve contenute prevalentemente nei cotiledoni)**



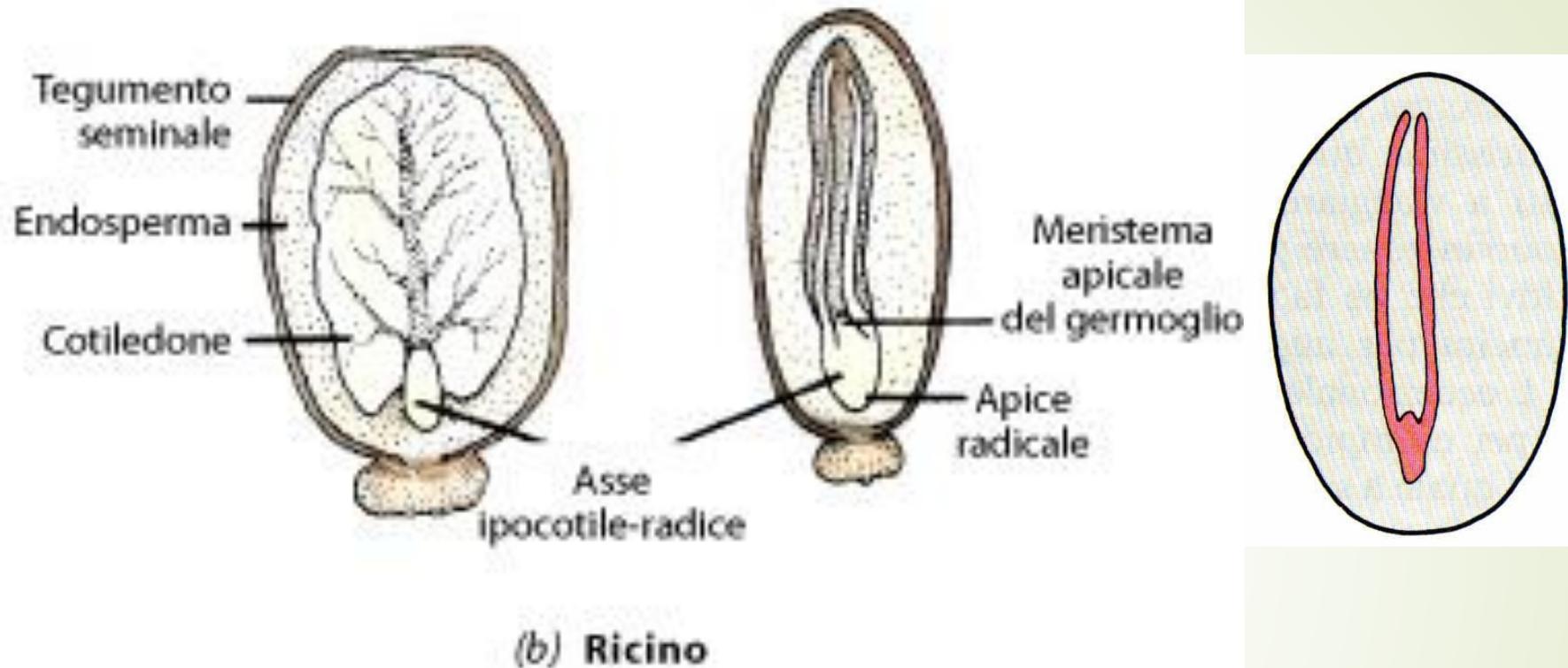
**Papavero (riserve contenute prevalentemente nell'endosperma)**



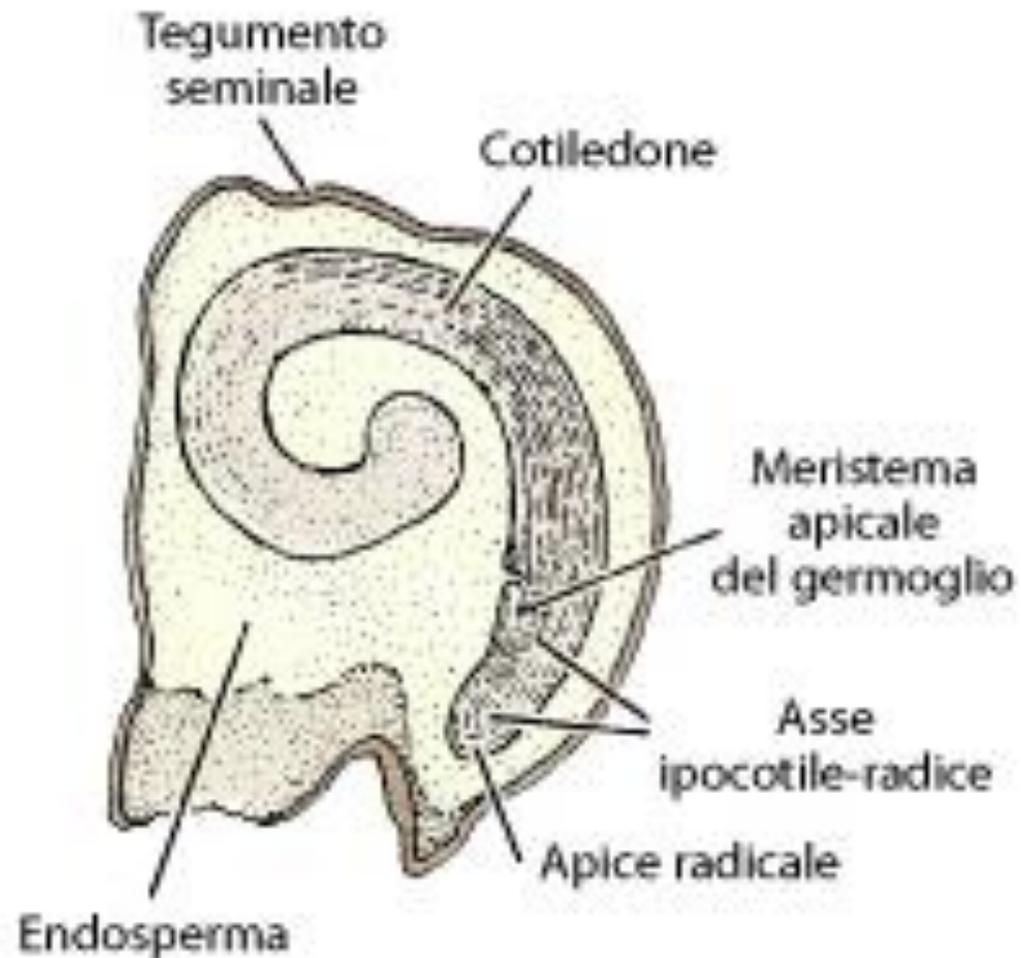
**Mais (riserve contenute sia nel cotiledone che nell'endosperma)**



**(a) seme di fagiolo:** raffigurato aperto in due metà (a sinistra) e il margine esterno di un seme intero (a destra). Si caratterizza per la presenza dell'epicotile e della plumula al di sopra di questo. Presenta inoltre due cotiledoni carnosì mentre è assente l'endosperma.



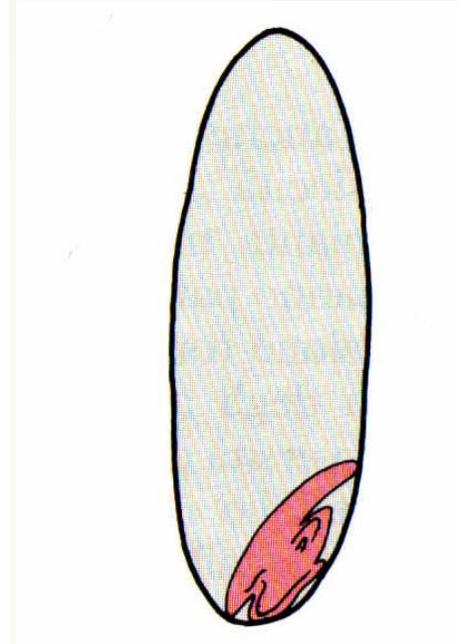
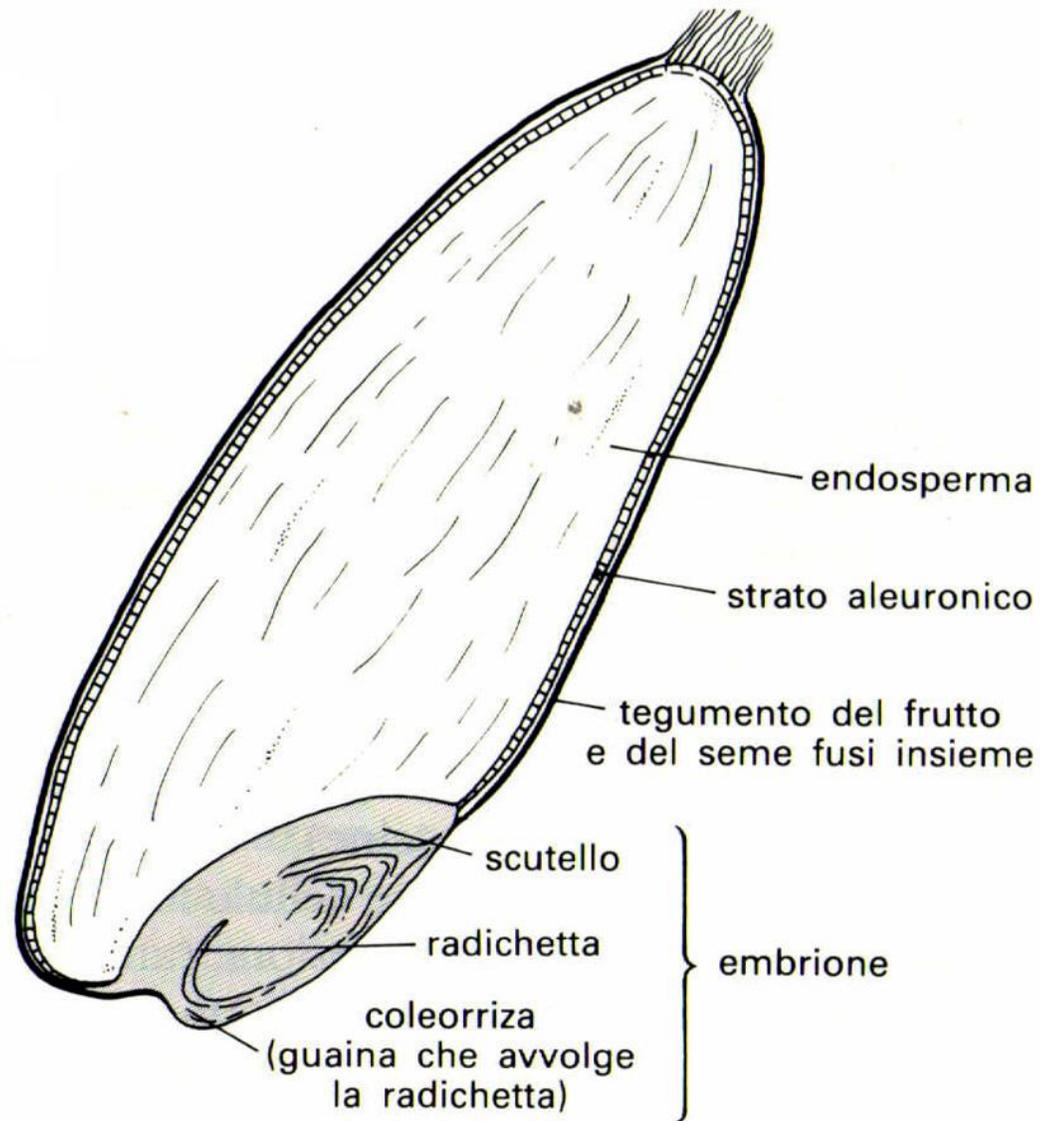
(b) seme di ricino: immagine frontale (a sinistra) e laterale (a destra). L'embrione presenta un solo meristema apicale tra i due cotiledoni. Le sostanze di riserva sono contenute nell'endosperma. I cotiledoni sono sottili e membranacei.

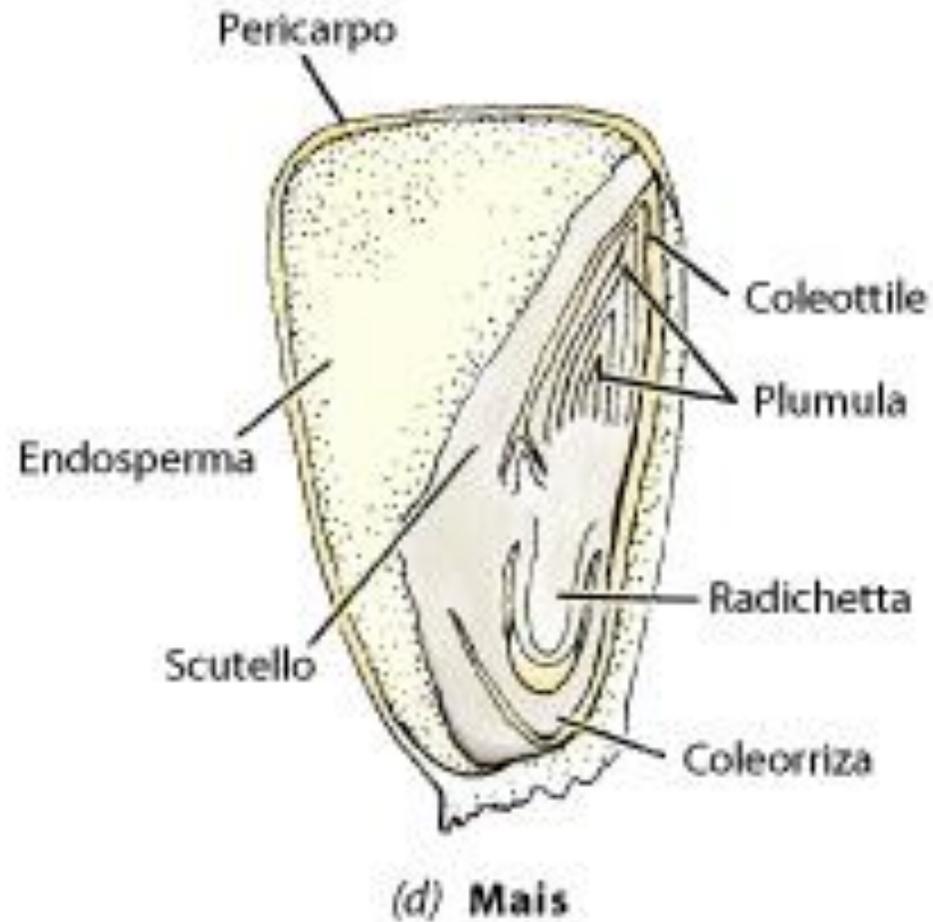


(c) **Cipolla**

(c) seme di cipolla: il cotiledone funziona sia come organo di accumulo delle sostanze di riserva, sia come organo assorbente dei nutrienti dall'endosperma al momento della germinazione.

# Cariosside di frumento





(d) cariosside di mais: il cotiledone delle graminacee, carnoso e massiccio, è chiamato scutello. Esso funziona come organo assorbente delle sostanze dell'endosperma. Alla estremità basale è presente una radichetta avvolta da una struttura guainante detta coleorizza mentre all'estremità apicale è presente la plumula protetta dal coleottila.

# Sostanze di riserva nei semi

- Amido
- Grassi (in prevalenza trigliceridi)
- Proteine

TABELLA 7.I • SOSTANZE DI RISERVA CONTENUTE IN ALCUNI SEMI  
(ESPRESSE COME PERCENTUALI DEL PESO SECCO TOTALE)

	Proteine	Grassi	Carboidrati (amido)
Frumento	12	2	75
Pisello	25	3	52
Ricino	18	64	tracce
Arachide	31	48	12
Dattero	6	9	58*

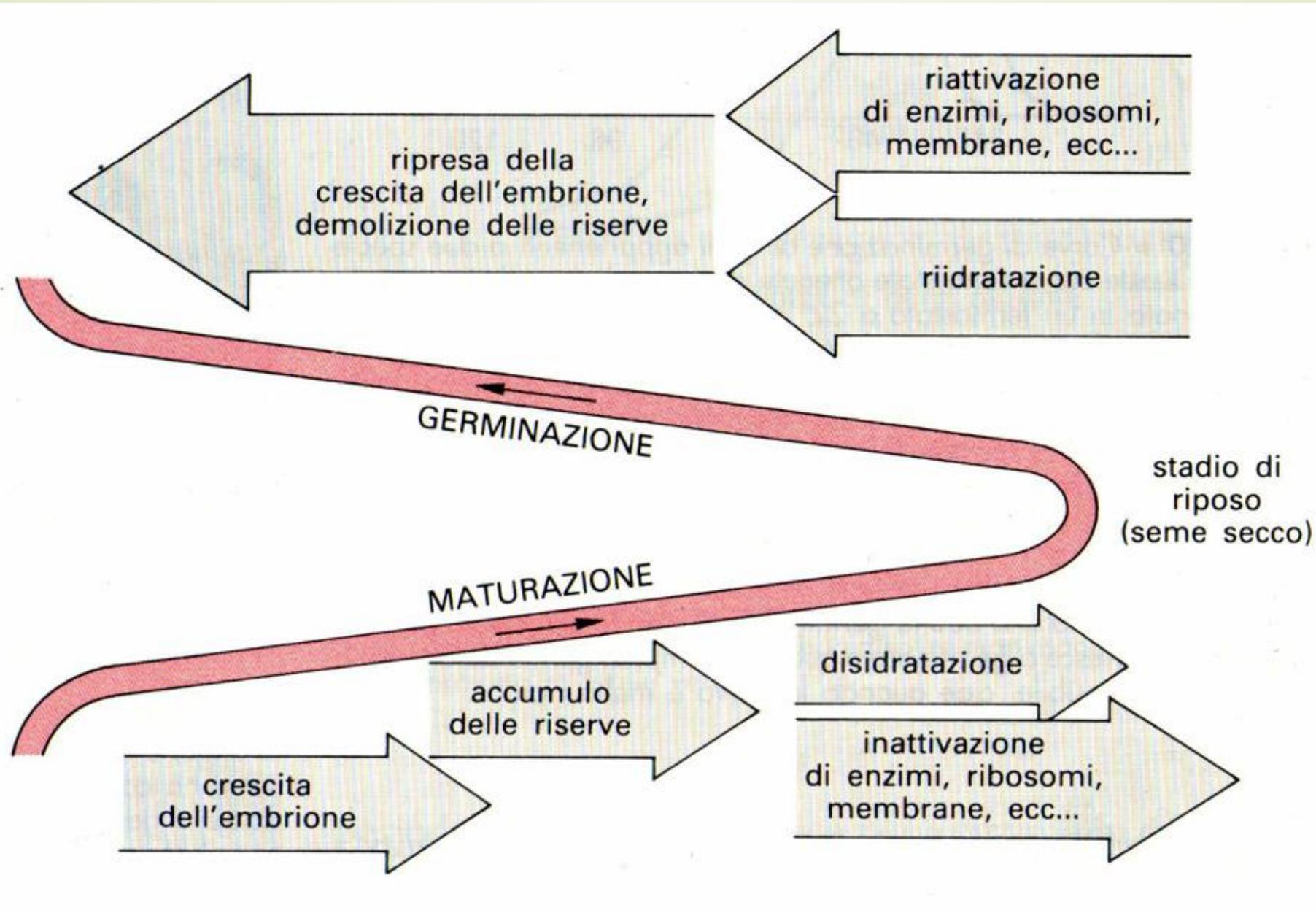
- 
- 
- semi che contengono in prevalenza grassi e proteine: es. ricino, soia, girasole;
  - semi che contengono in prevalenza proteine e amido: es. pisello, fagiolo;
  - semi con netta prevalenza dell'amido accompagnato da quantità più piccole di proteine e grassi: es. tutti i semi dei cereali;
  - semi che contengono in abbondanza tutti e tre i tipi di riserva: es. ravizzone, arachide;



**Terminata la formazione dell'embrione e la costituzione delle riserve nutrizionali che verranno utilizzate nel momento della germinazione (o nei cotiledoni e nell'endosperma o nel perisperma) il seme si disidrata (fino ad una quantità d'acqua inferiore al 10%) e l'involucro seminale si indurisce.**



# Maturazione e germinazione dei semi



# Germinazione

## Condizioni per germinare:

- ✓ **acqua in abbondanza** (imbibizione e ripresa dell'attività enzimatica);
- ✓ **presenza di ossigeno** (per ripresa della respirazione dell'embrione);
- ✓ **temperatura adeguata**
- ✓ **luce** (solo alcuni).

Alcuni semi richiedono inoltre una post-maturazione (meccanismi di difesa):

- rimozione di sostanze inibitrici
- rottura del tegumento
- esposizione a basse temperature per un periodo più o meno prolungato



# Dormienza dei semi

## Cause:

- ✓ immaturità fisiologica dell'embrione (post-maturazione);
- ✓ impermeabilità dell'involucro seminale all'acqua e, talvolta, all'ossigeno.

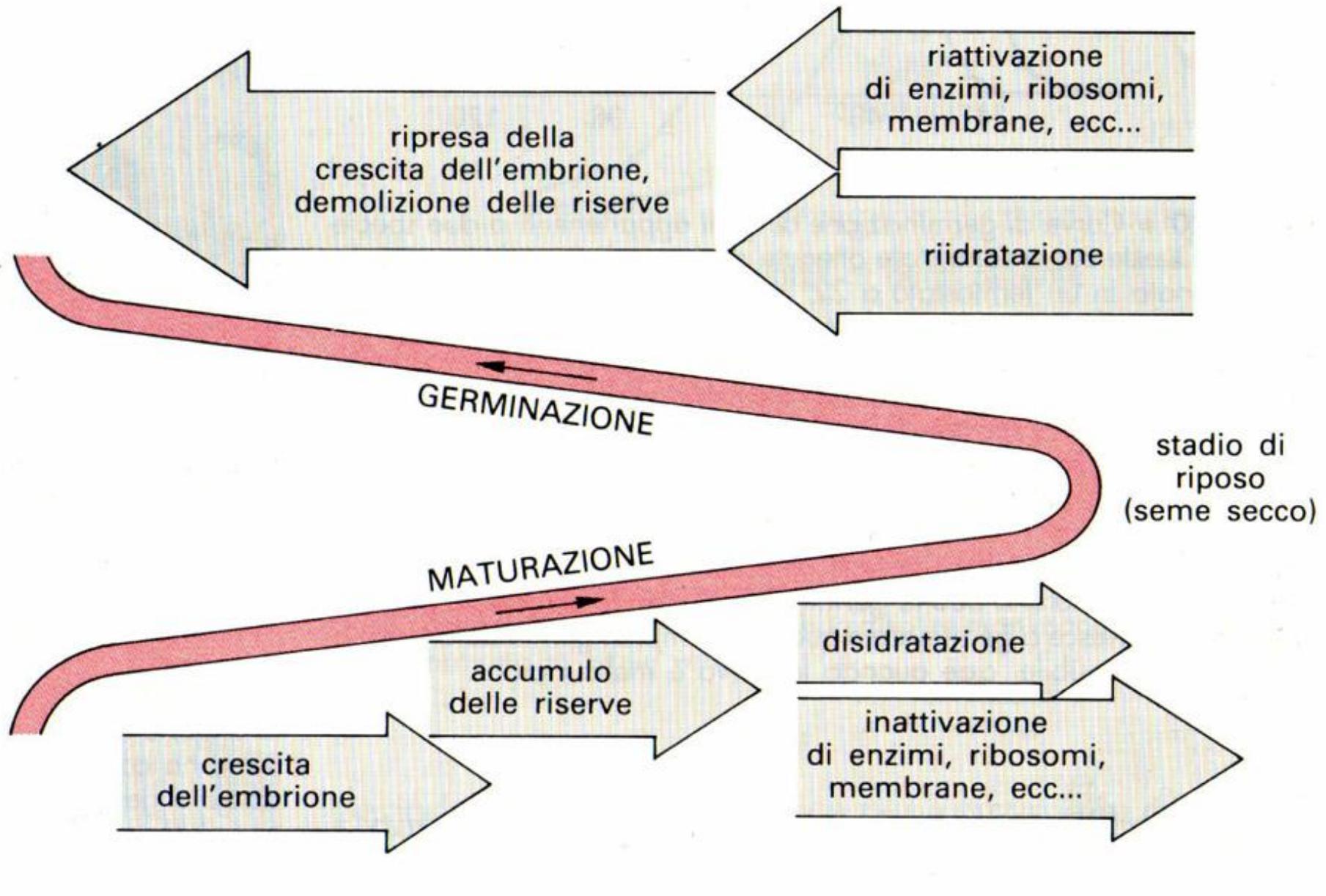
## Funzioni:

- ✓ sfuggire a condizioni climatiche avverse;
- ✓ assicurare una più ampia diffusione della specie;
- ✓ avvenire quando le condizioni ecologiche sono più idonee.

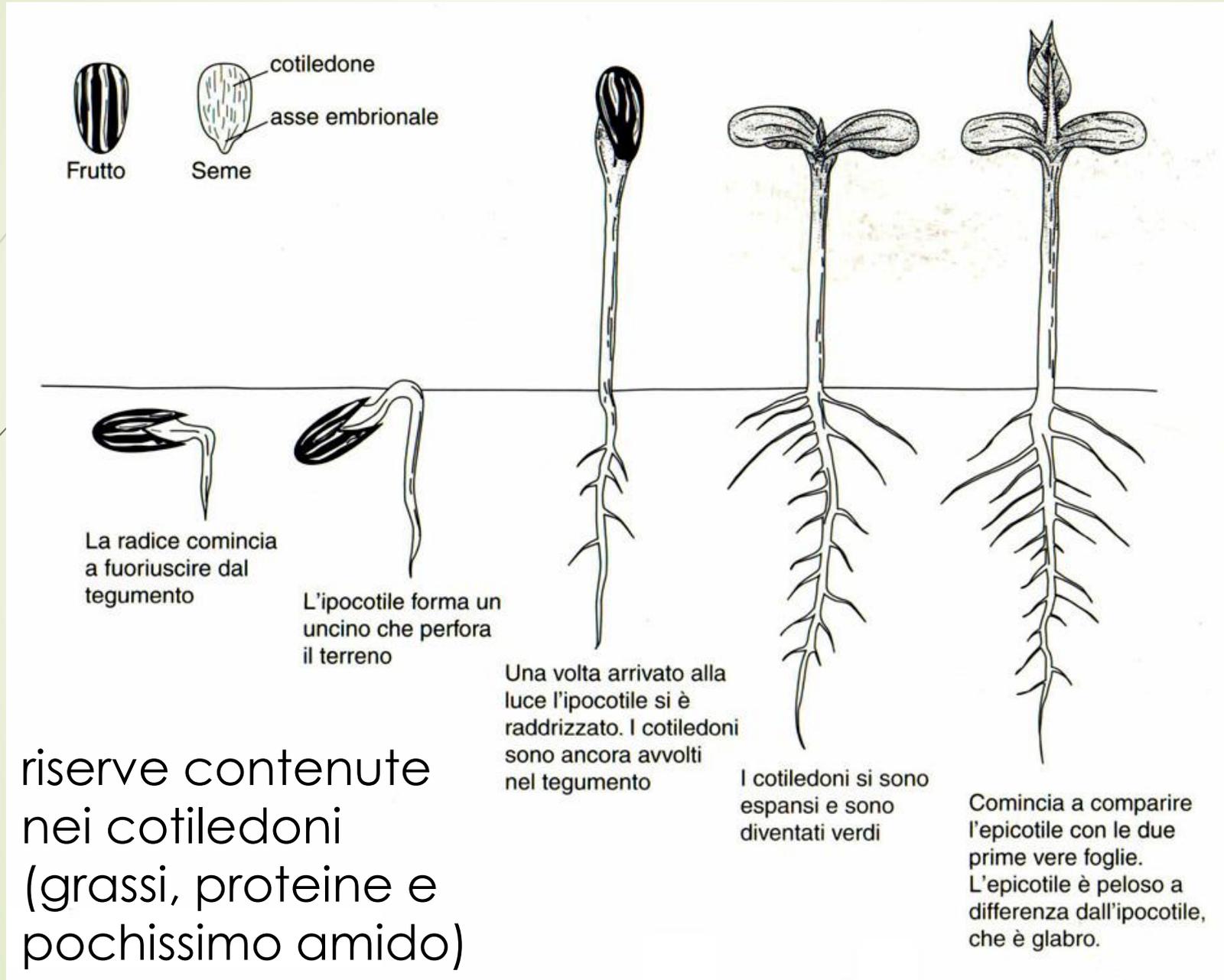


# Fasi della germinazione

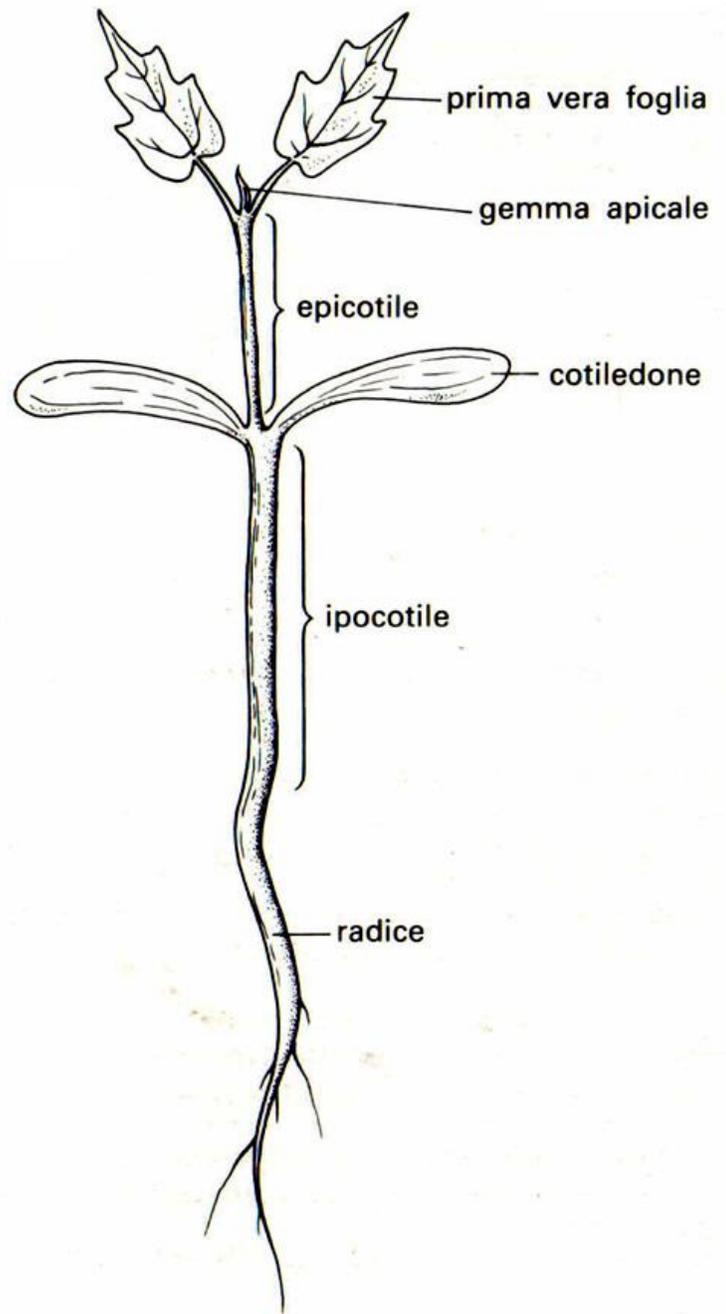
- Assorbimento di acqua (idratazione)
  - Risveglio del metabolismo
  - Idrolisi delle riserve
  - Ripresa della crescita dell'embrione
- 



# Sviluppo della plantula del seme di girasole (epigea)

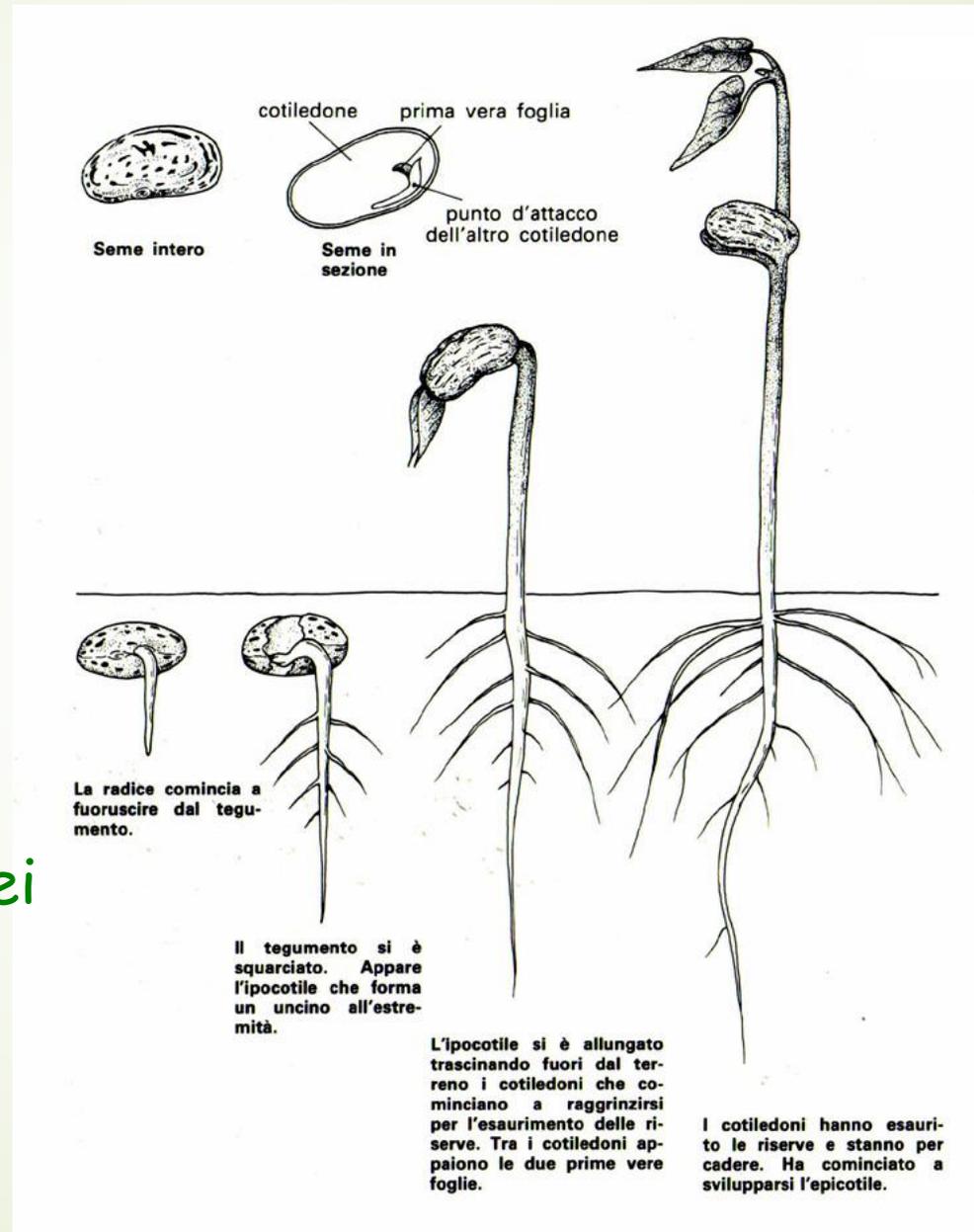


riserve contenute  
nei cotiledoni  
(grassi, proteine e  
pochissimo amido)



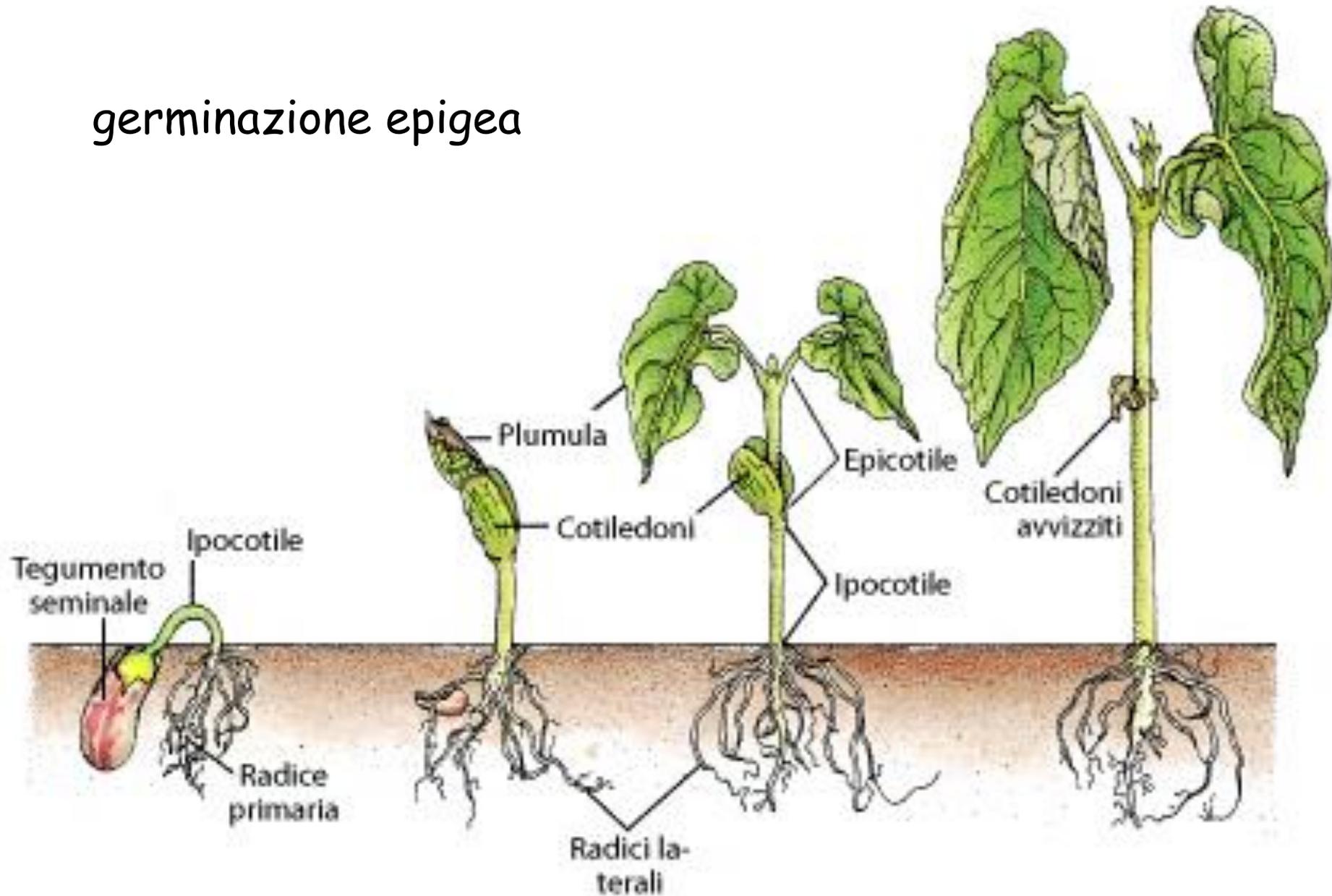


# Sviluppo della plantula del seme di fagiolo



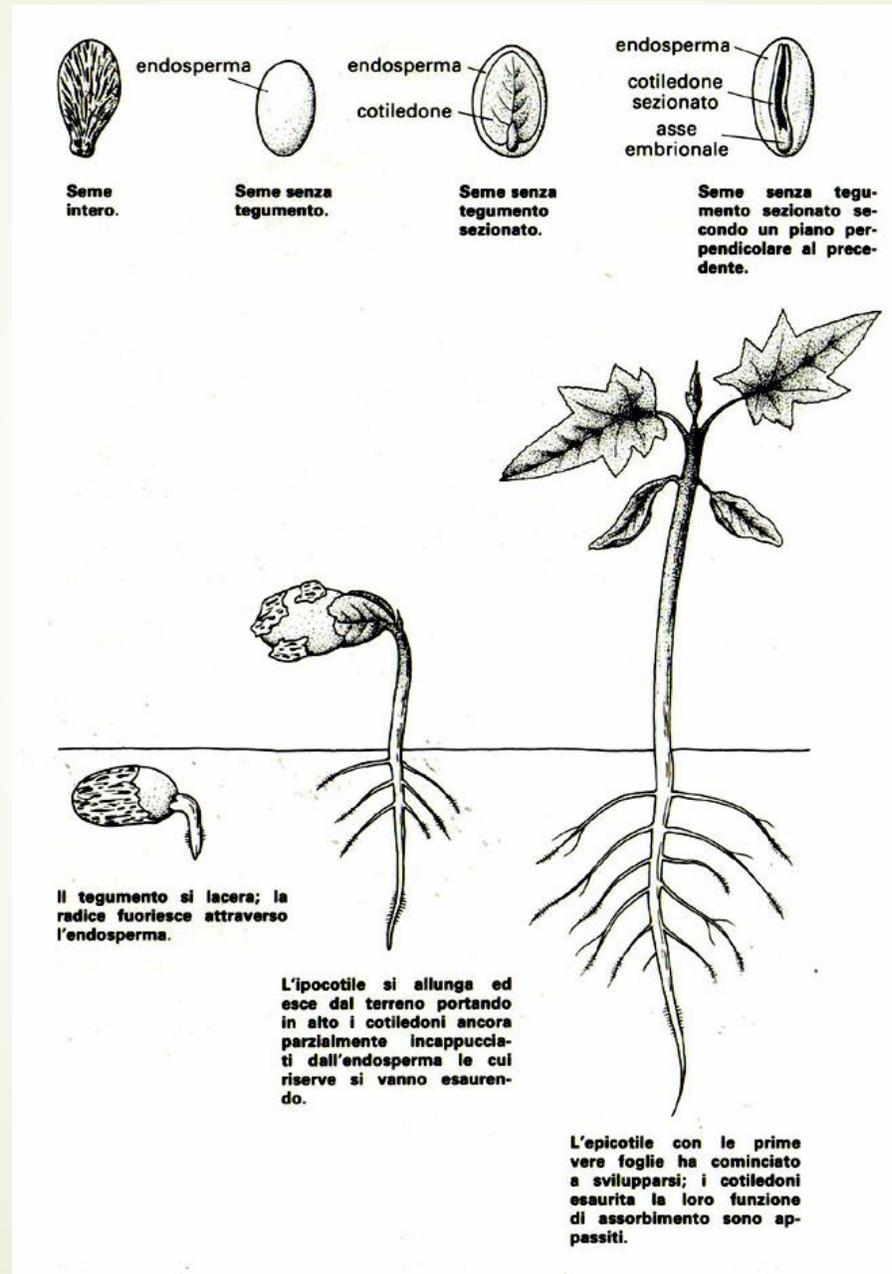
riserve contenute nei  
cotiledoni  
(glicoproteine e  
amido)

## germinazione epigea



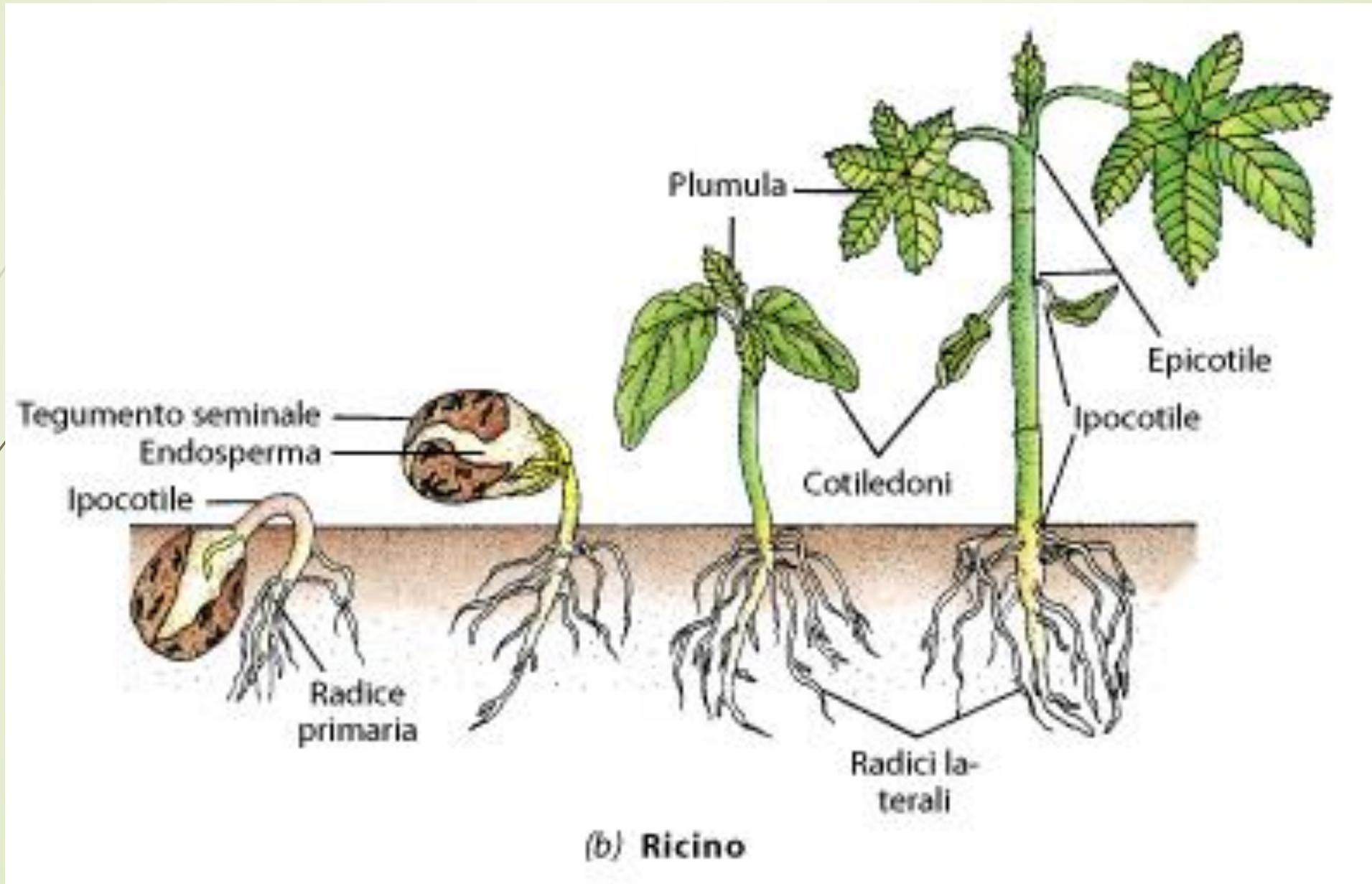
(a) Fagiolo

# Sviluppo della plantula del seme di ricino

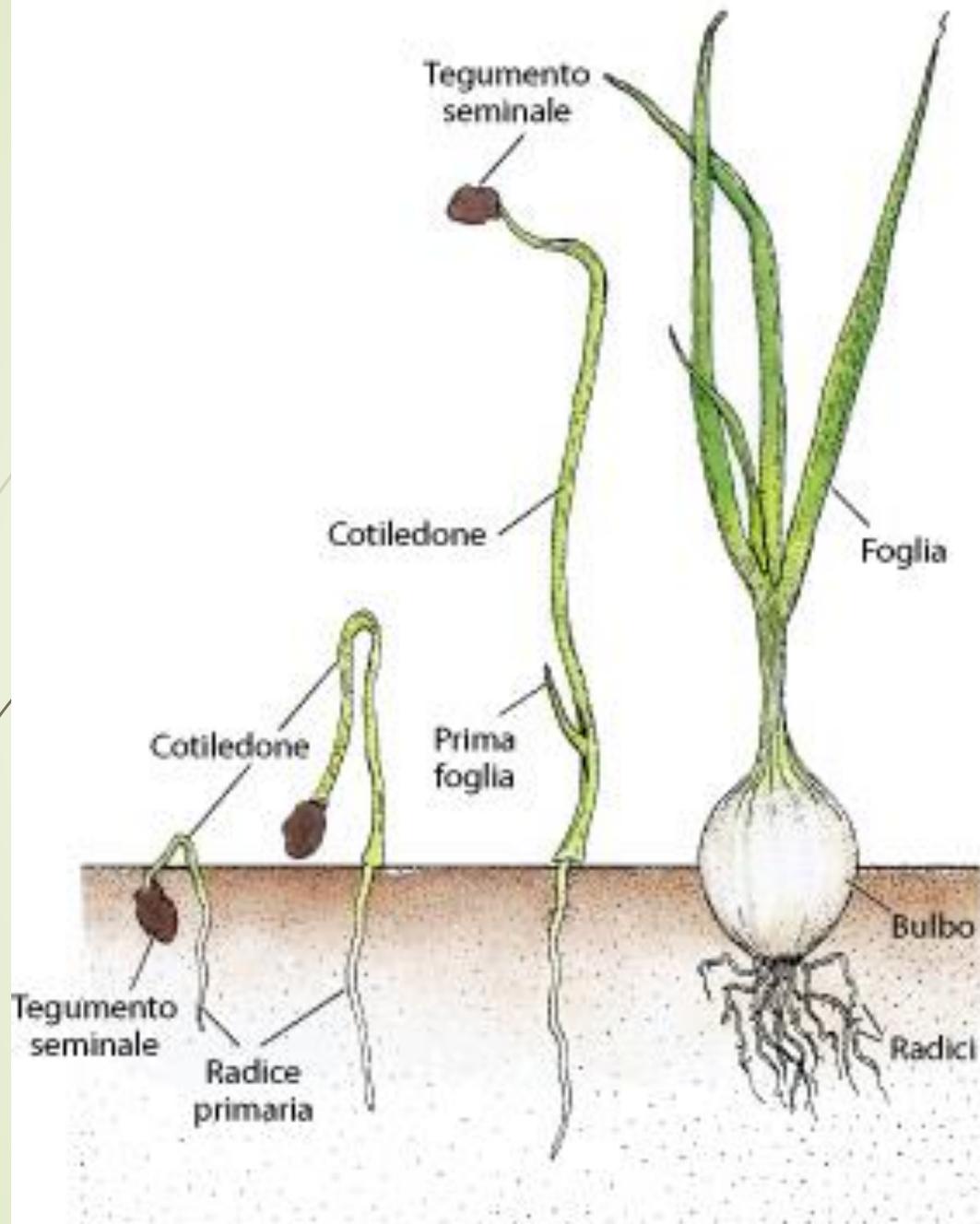


riserve  
contenute  
nell'endosp  
erma (in  
prevalenza  
grassi e  
proteine)

# germinazione epigea

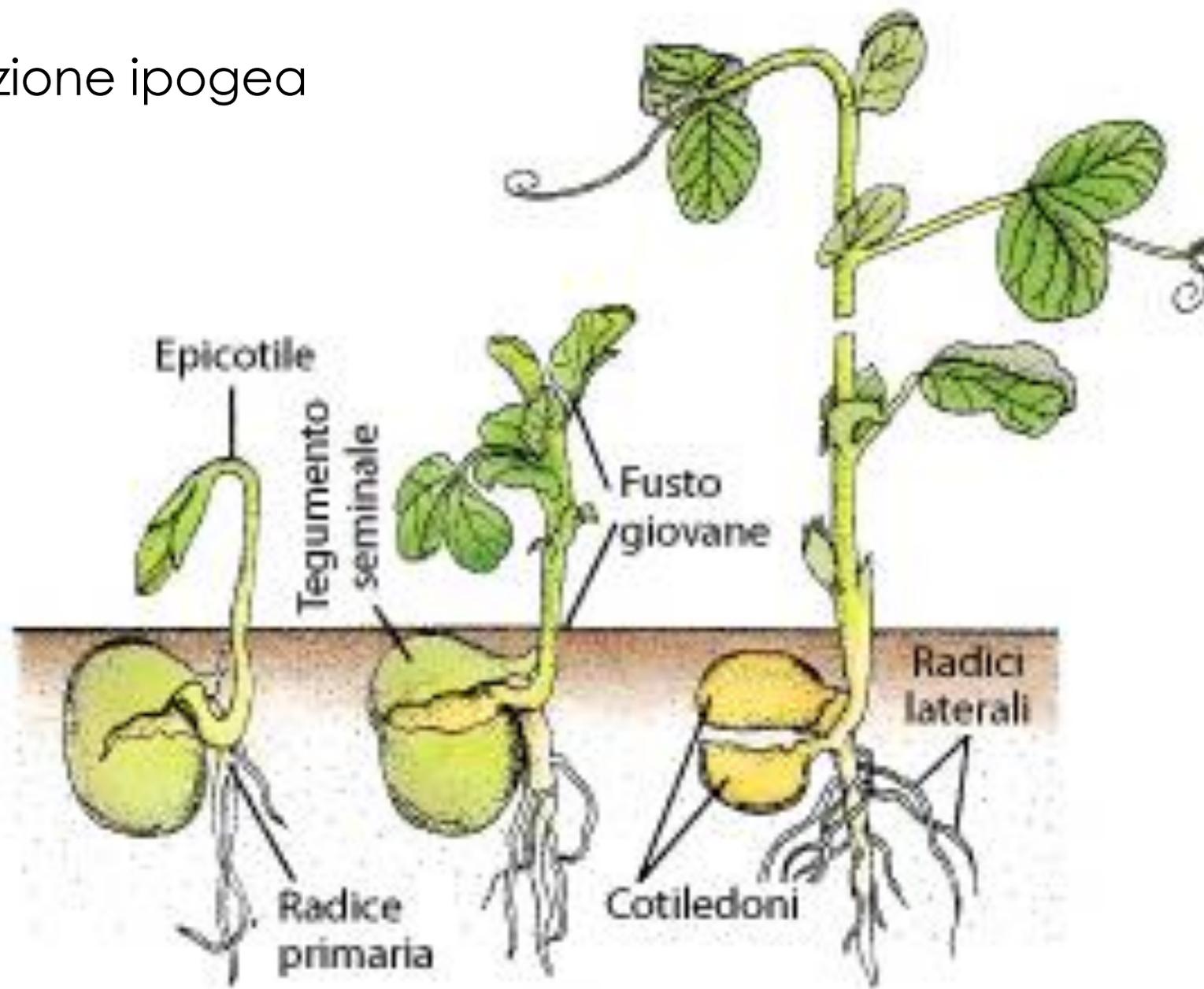


germinazione epigea



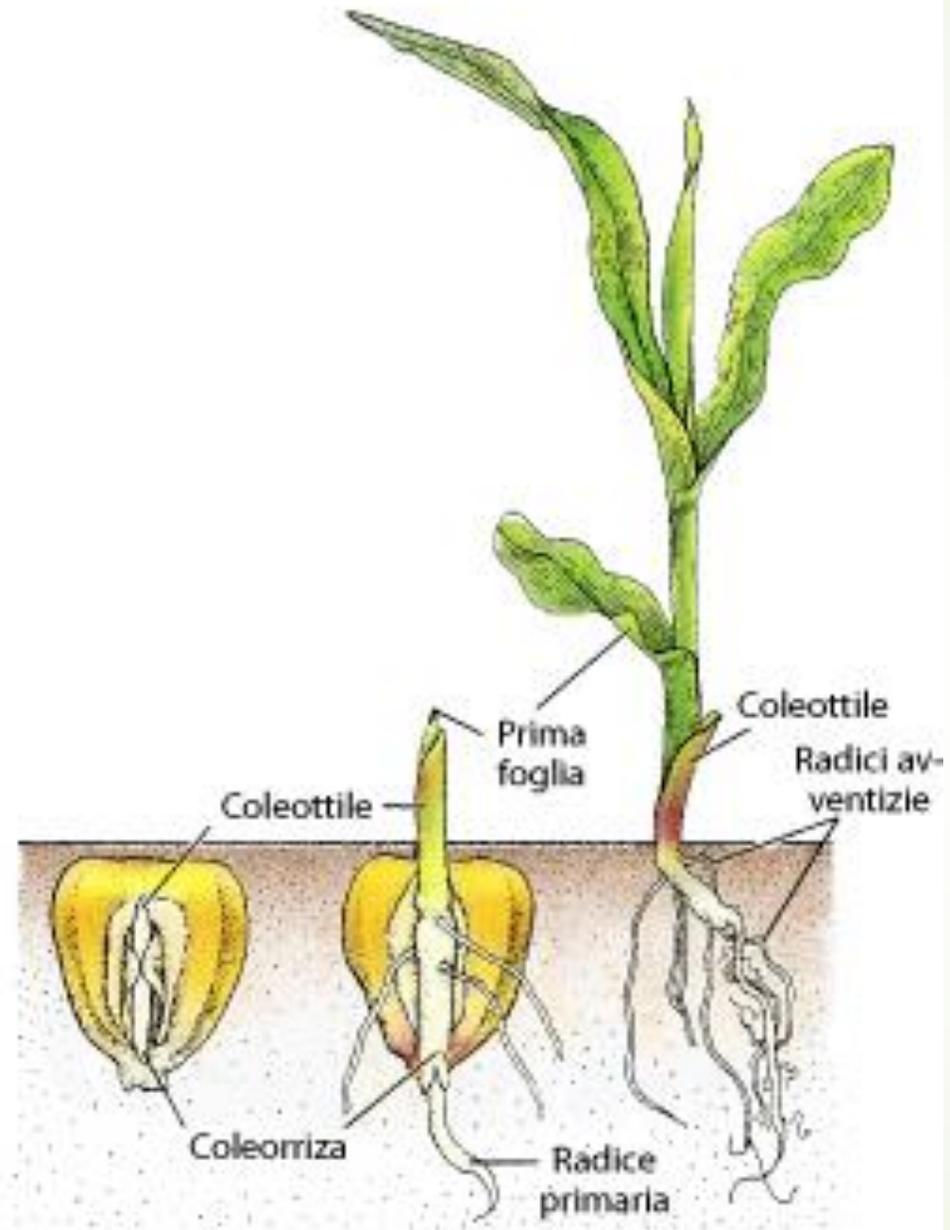
(a) Cipolla

germinazione ipogea



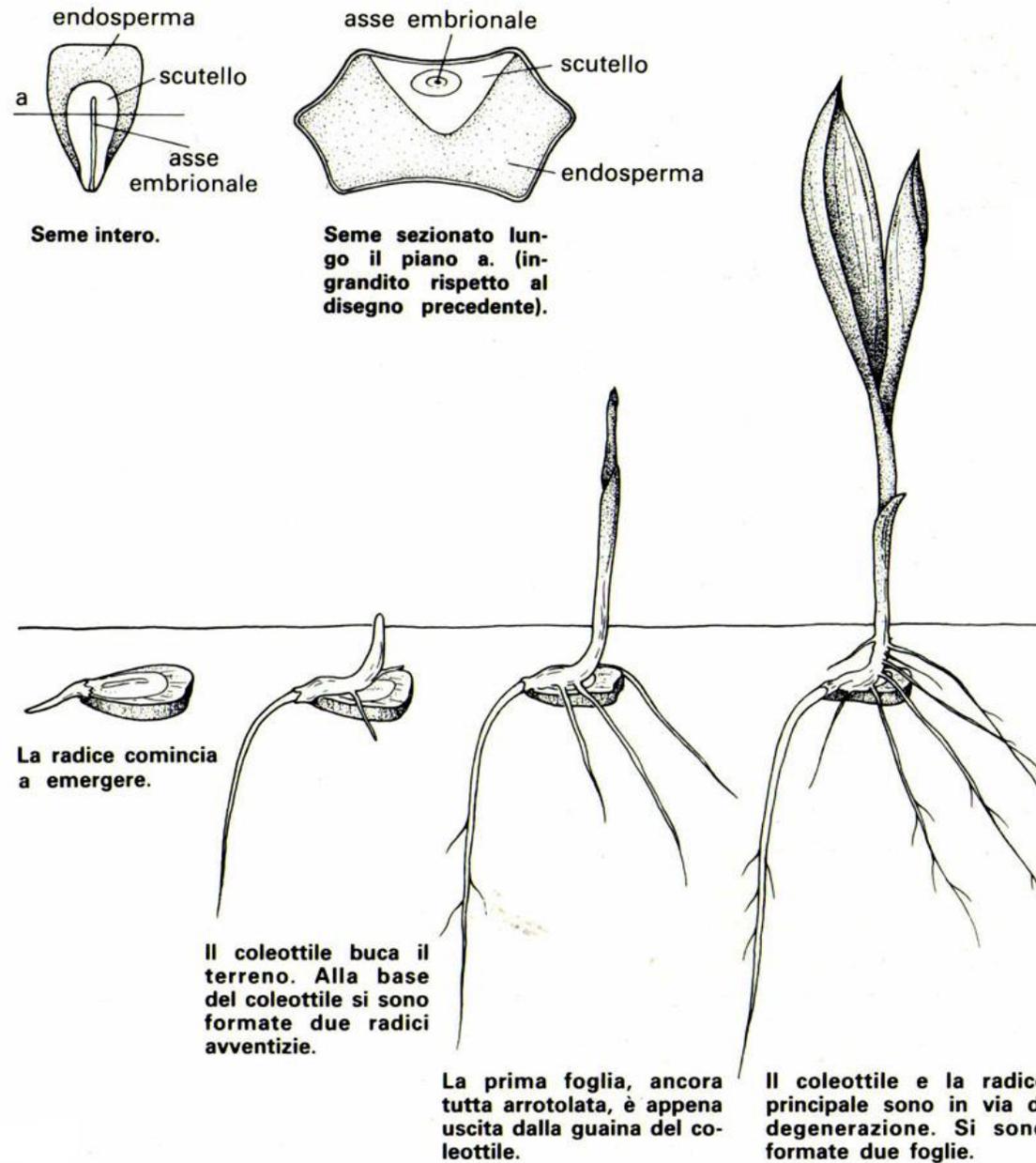
(c) Pisello

germinazione ipogea



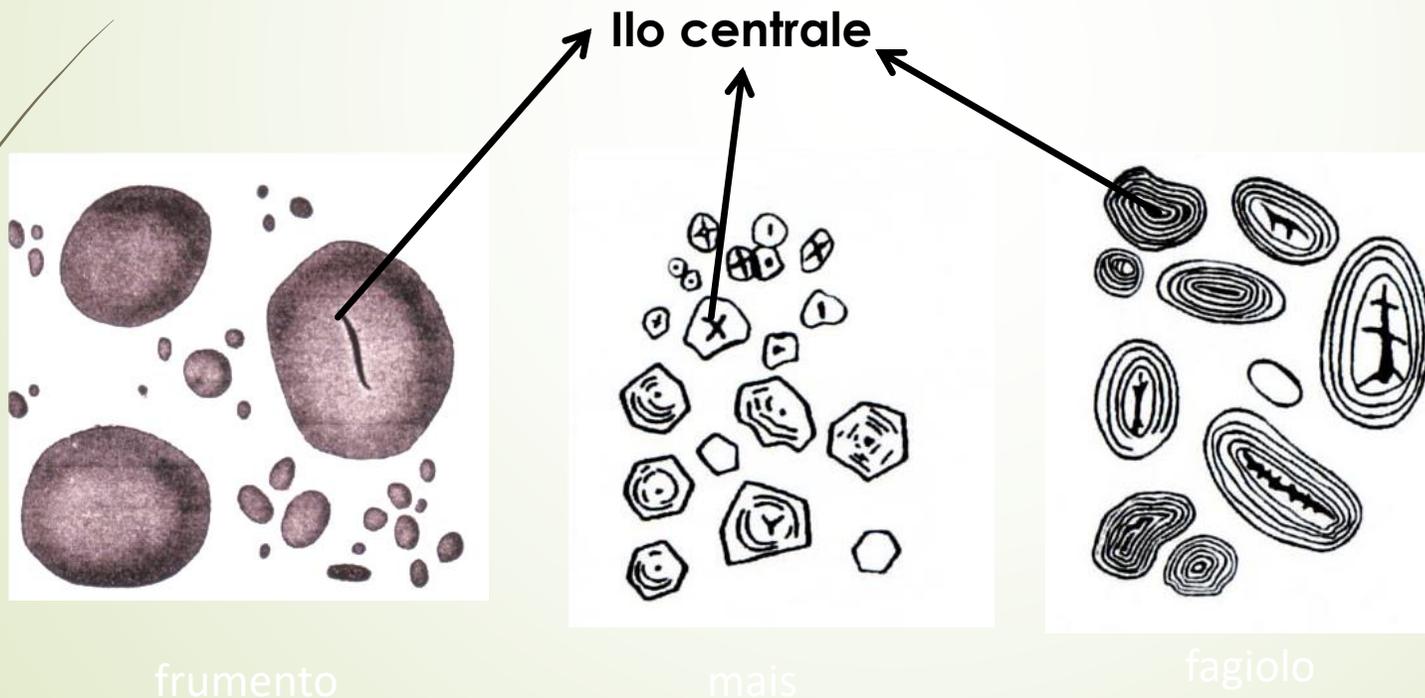
(b) Mais

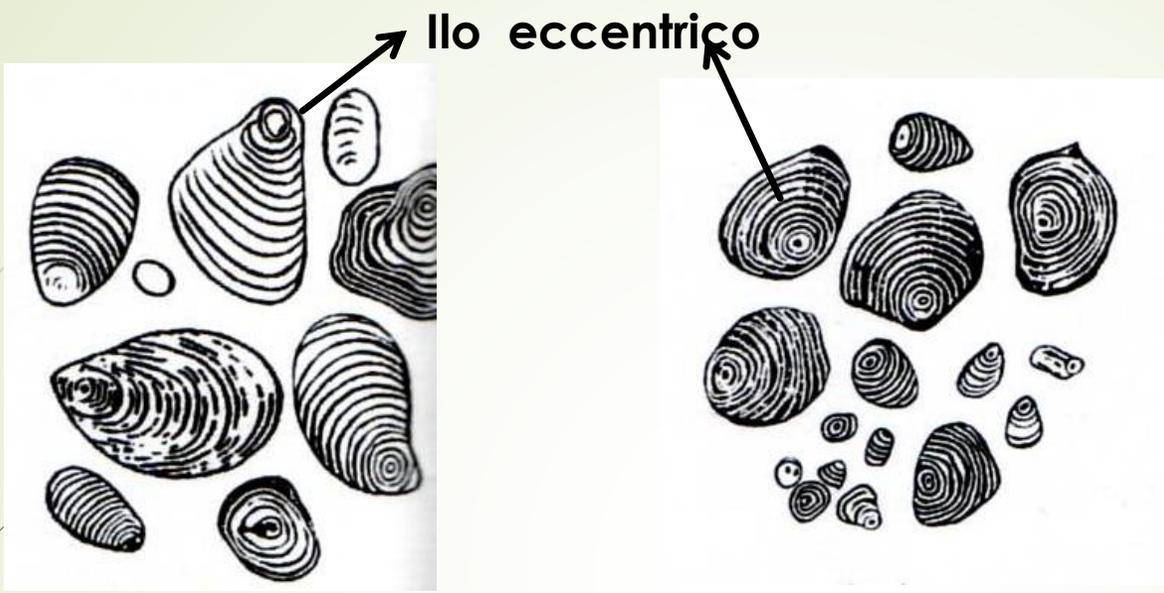
# Sviluppo della plantula di Mais



## Amiloplasti e farine alimentari

Gli amiloplasti maturi, ricchi di granuli di amido secondario, assumono forme e dimensioni caratteristiche, che dipendono dalla deposizione di strati di amido intorno ad un centro di deposizione, detto ilo. L'ilo può essere centrale o eccentrico. I granuli di amido possono essere semplici o composti.

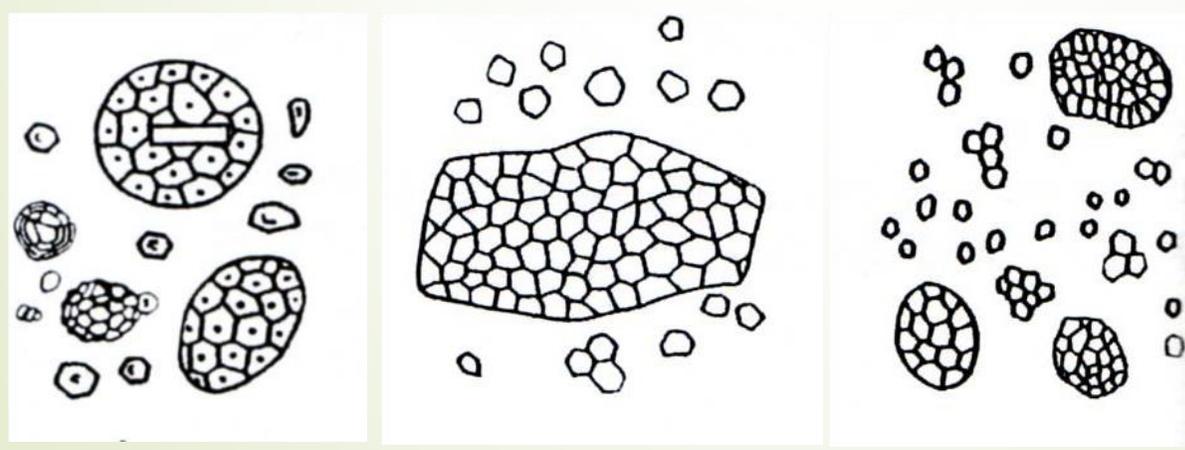




Ilo eccentrico

patata

granuli di amido  
**semplici**



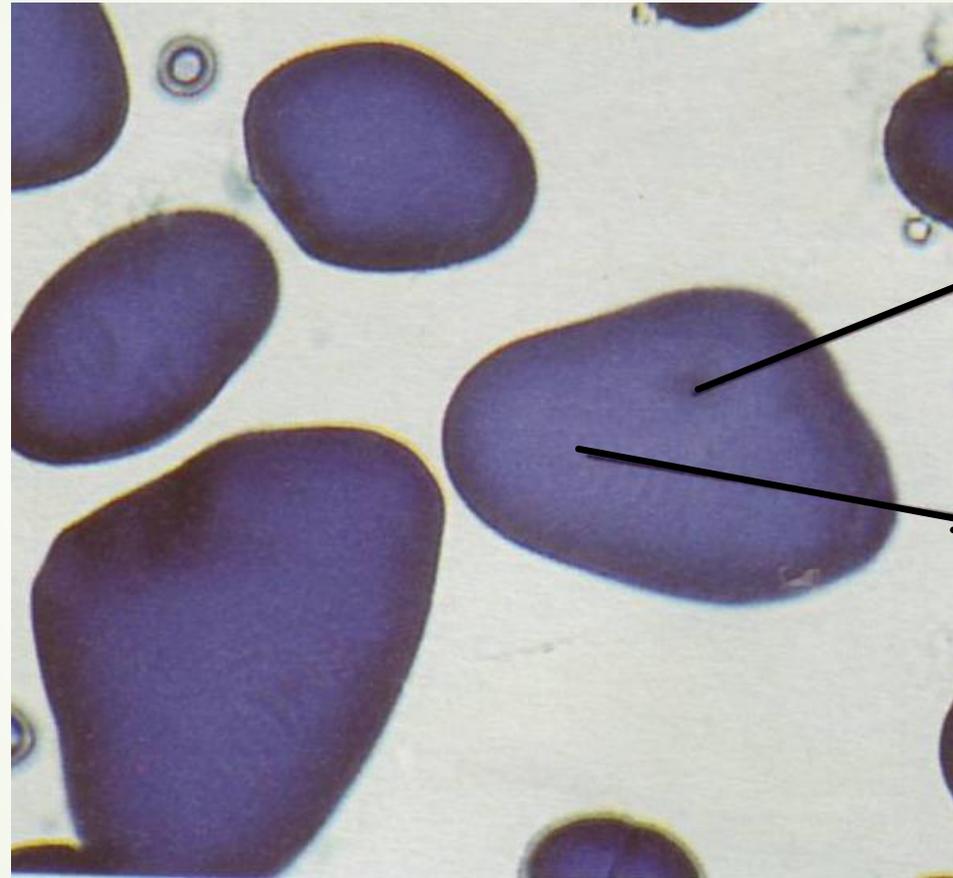
avena

grano saraceno

riso

granuli di amido  
**composti**

## Granuli di amido nella patata (*Solanum tuberosum*)

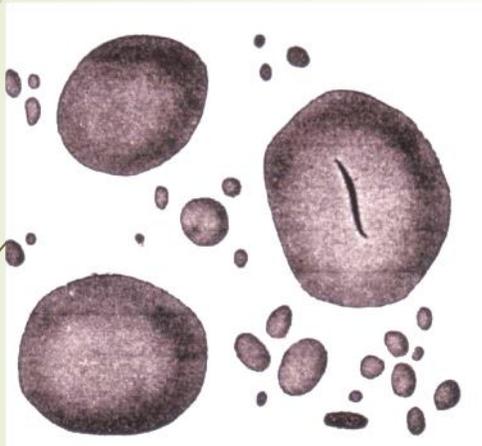


Ilo eccentrico

striature  
concentriche

Microscopio ottico 400 x , reattivo di Lugol.  
Granuli semplici di amido secondario, forma ovoidale o rotondeggiante.  
Dimensioni variabili da 5 a 100  $\mu\text{m}$

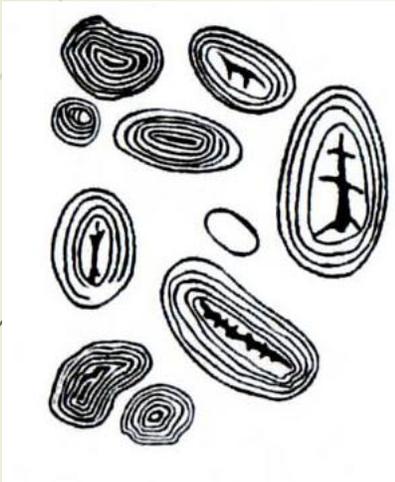
# Granuli di amido nel frumento (*Triticum aestivum*)



Ilo e  
striature  
concentriche  
non evidenti

Microscopio ottico 400 x  
Granuli semplici di amido secondario. Forma  
rotondeggiante.  
Dimensioni variabili da 2 a 45  $\mu\text{m}$  .

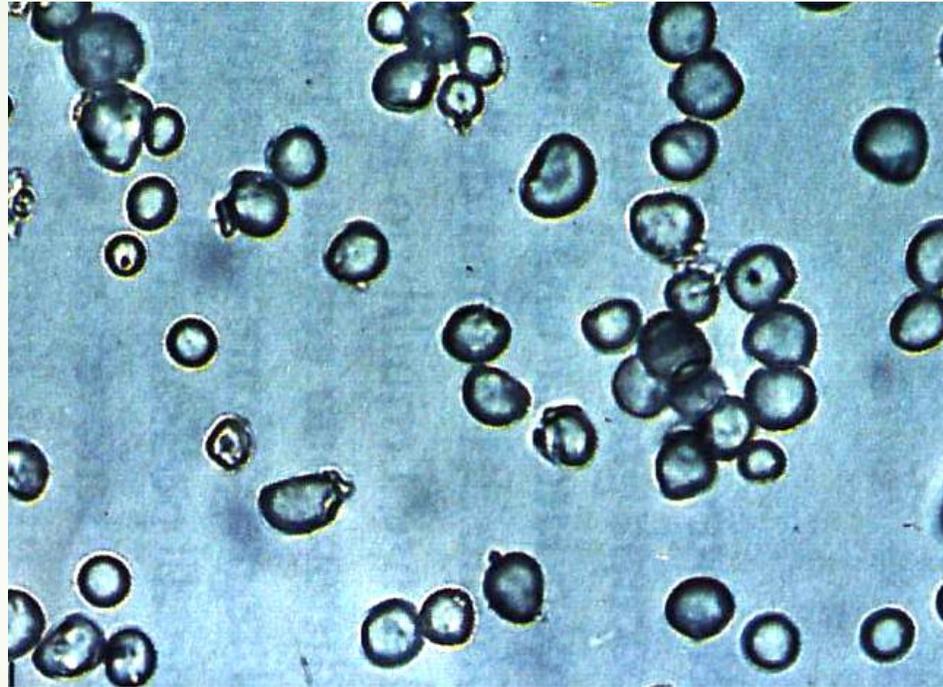
# Granuli di amido nel fagiolo (*Phaseolus vulgaris*)



Ilo centrale  
che appare come una  
spaccatura frastagliata

Microscopio ottico 400 x  
Granuli semplici di amido secondario.  
Forma ovoidale o reniforme.  
Dimensione maggiore fino a 60  $\mu\text{m}$  .

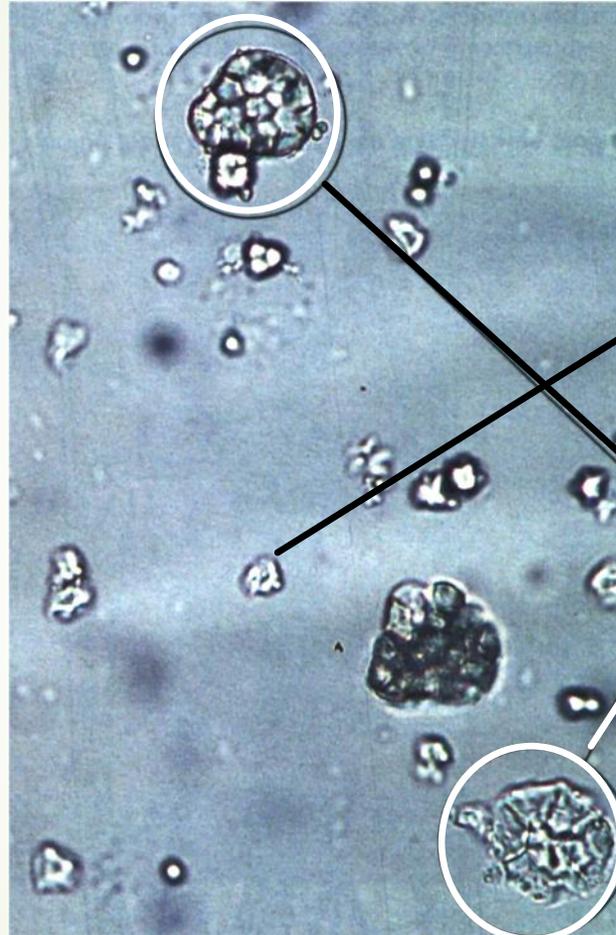
# Granuli di amido nel mais (*Zea mays*)



Ilo centrale

Microscopio ottico 400 x  
Granuli semplici di amido secondario.  
Forma più o meno poliedrica  
Dimensioni piuttosto omogenee intorno a 20  $\mu\text{m}$  .

# Granuli di amido nel riso (*Oryza sativa*)

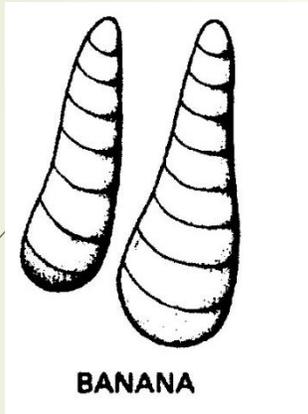


**Granulo elementare**  
Ilo e striature non evidenti

**Granuli di amido composti**

**Microscopio ottico 400 x**  
Granuli composti, di forma ovoidale,  
formati da granuli elementari di forma poliedrica.  
La grandezza dei granuli elementari è intorno a 4  $\mu\text{m}$ .

# Granuli di amido nella banana (*Musa sp.*)



Ilo completamente decentrato

Microscopio ottico 400 x  
Granuli semplici di amido secondario.  
Forma conica a «pigna di abete».  
Dimensione maggiore fino a 60  $\mu\text{m}$  .