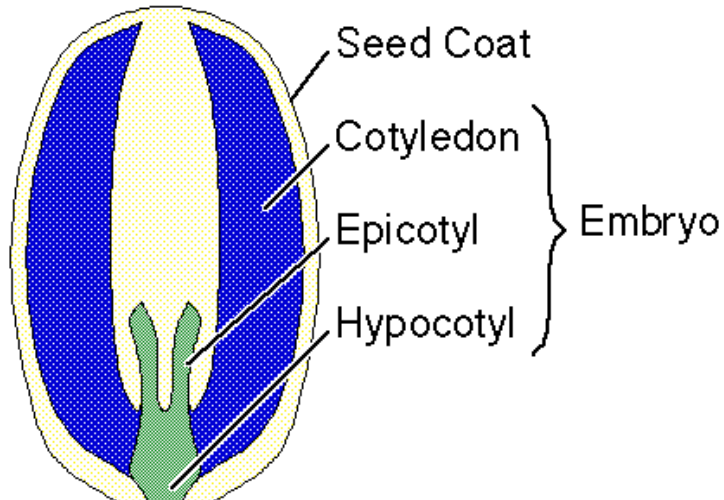


Il Seme e la germinazione

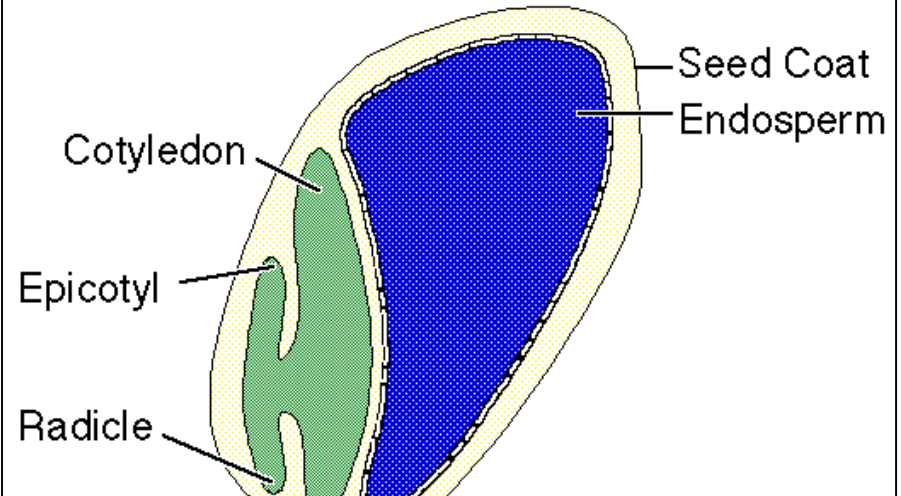
Perché l'importanza del seme ?

- **Il seme rappresenta la struttura fondamentale per la propagazione:
I vegetali superiori si riproducono per seme**
 - **contiene una pianta allo stadio embrionale,
circondata da elementi morfologici adatti alla sua protezione**
- **Attraverso il seme è possibile colonizzare nuove aree.**
- **è una componente vitale dell'alimentazione mondiale:
i semi di cereali sono il 90% di tutti i semi coltivati,
contribuiscono più del 50% all'introduzione dell'energia globale**

Dicot Seed Structure



Monocot Seed Structure



In qualsiasi tipico seme è possibile riconoscere tre regioni distinte:

- 1. Embrione** *Nell'embrione è già prefissata e riconoscibile la nuova pianta adulta*
 - gli abbozzi dell'apparato radicale e dell'apice vegetativo
 - Le foglie embrionali, dette cotiledoni
- 2. tessuti contenenti sostanze di riserva (endosperma)**
- 3. tegumenti che hanno funzione protettiva**

1. **Embrione**: deriva dalla divisione della cellula uovo fecondata (zigote).

Il processo di morfogenesi : zigote → individuo adulto

subisce un arresto, appunto allo stadio di embrione.

Lo sviluppo e la morfogenesi dell'embrione riprenderà

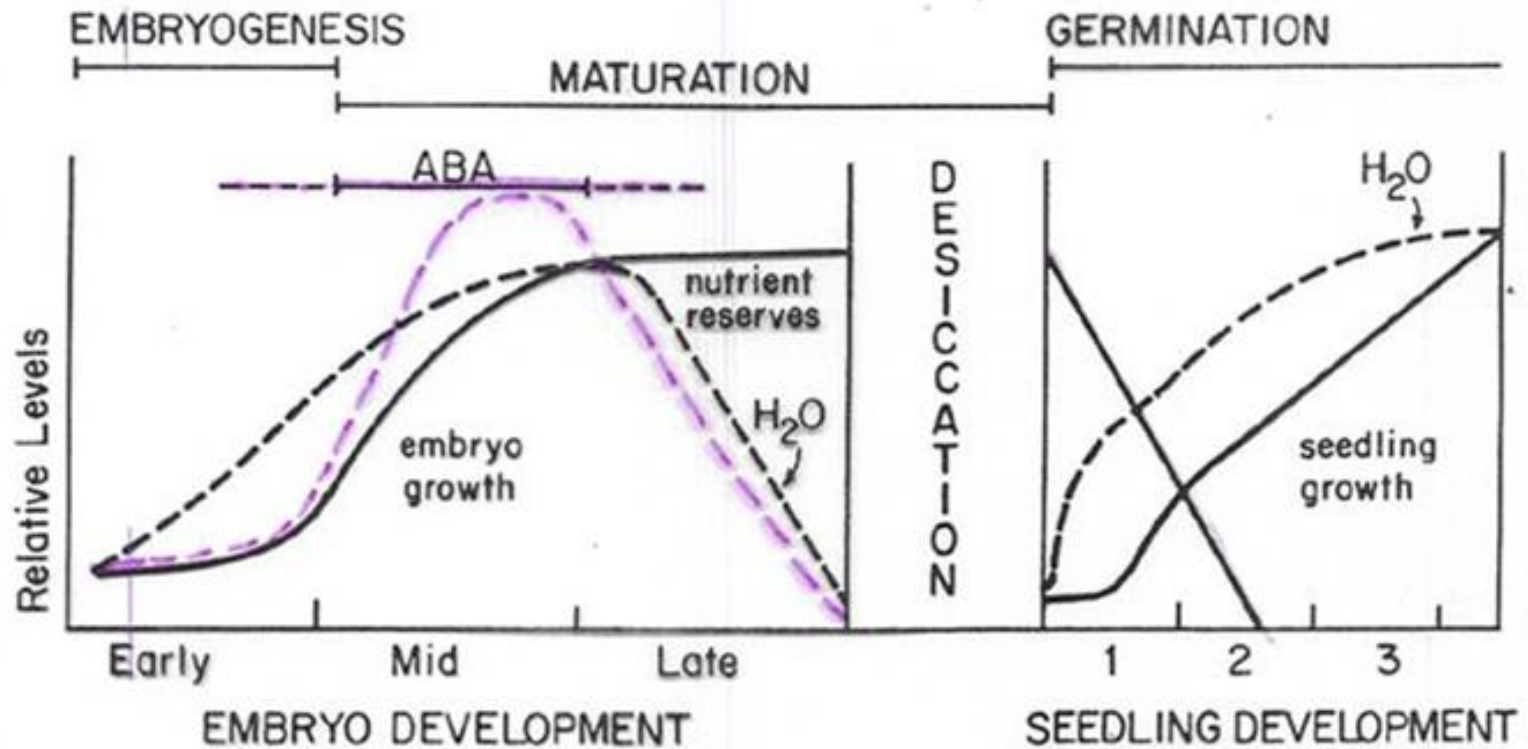
dopo un intervallo di tempo variabile (mesi o anni)

2. **Tessuti contenenti sostanze di riserva:**

localizzate nei cotiledoni o nell'endosperma da utilizzare durante la germinazione e nello stadio di plantula

- **Riserve amilacee** (cereali come frumento e mais)
- **Riserve lipidiche** (semi oleaginosi come arachidi, girasole, ricino)
 - **Riserve proteiche** (semi di leguminose)

3. **Tegumento/i delimitano il seme**



Le fasi di sviluppo del seme sono tipicamente 3

1° fase: embriogenesi vera e propria:

-divisione cellulare che si conclude con la formazione dell'embrione.

-Aumento di H₂O.

2° fase: accumulo delle riserve,

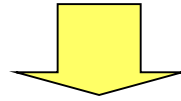
-arresto divisione cellulare: aumento di volume delle cellule

-accumulo sostanze di riserva, forte aumento di volume

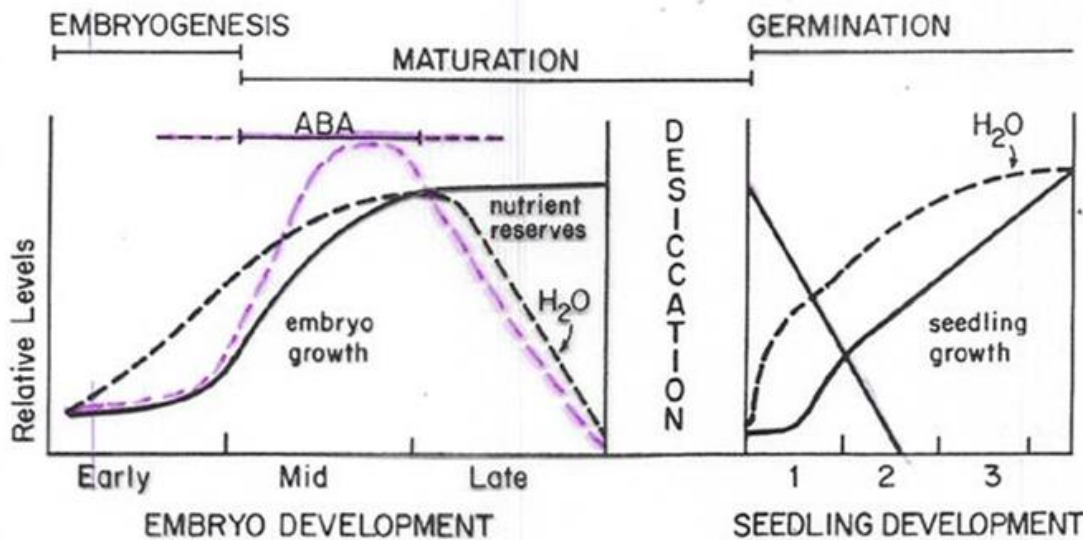
- il contenuto di H₂O quasi costante.

3° fase :disidratazione

3° fase disidratazione: forte perdita di H₂O
alla fine è il 10-15 % della sostanza fresca



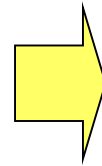
Maggiore è la disidratazione e maggiore è la sua **vitalità** intesa come integrità della cellula e conservazione delle riserve.



Disidratazione +
parziale disorganizzazione
cellulare
metabolismo rallentato
una forte resistenza a
situazioni ambientali

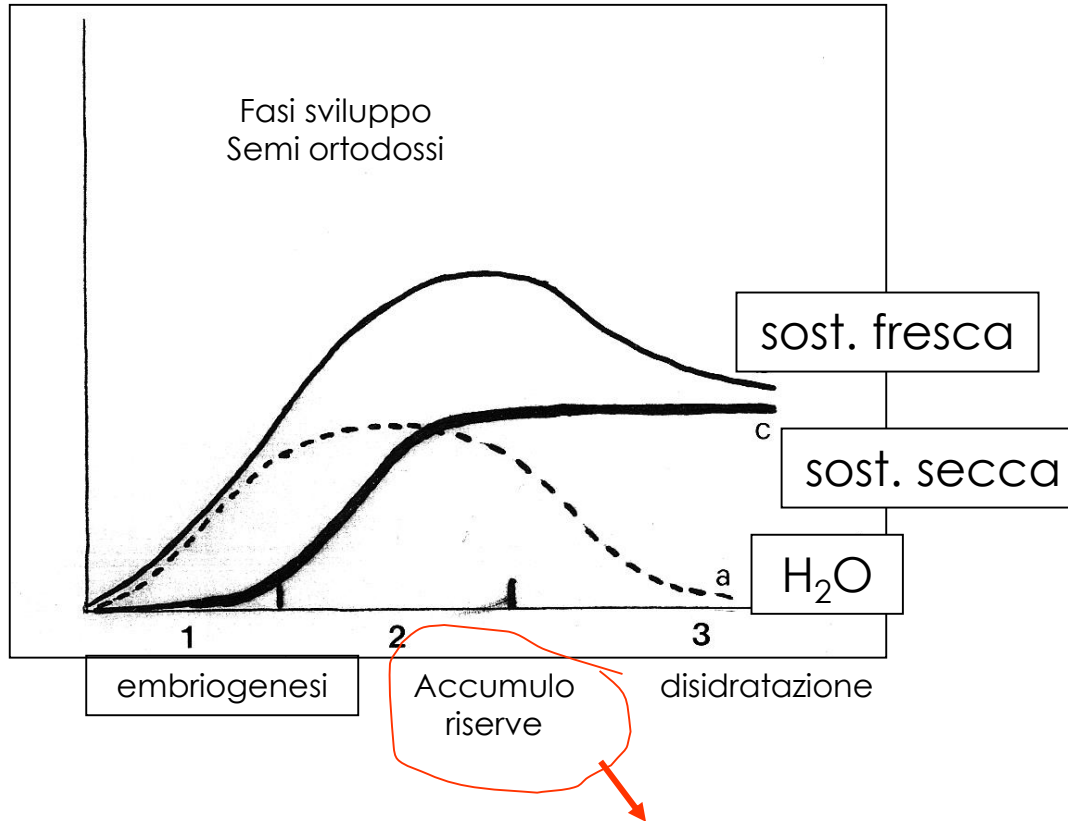
Dopo la disidratazione, l'inizio della germinazione è caratterizzato da un forte assorbimento di H₂O

A seguito della disidratazione



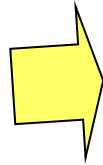
stato di vita rallentato

Semi ortodossi
hanno tutte e tre le fasi



Durante tale fase l'embrione acquisisce la **tolleranza alla disidratazione** grazie alla produzione di specifici oligosaccaridi e proteine "LEA" (**Late Abundant Embryogenesis**) si pensa agiscano proteggendo le membrane cellulari

Semi recalcitranti
MANCANO della fase
di disidratazione



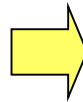
I semi recalcitranti devono germinare quando cadono al suolo.
(semi di alberi di zone tropicali e sub-tropicali, e di zone temperate quali salici e aceri).

Limita la
conservazione del
germoplasma



vita più breve (da alcuni mesi a meno di un anno),
muoiono quando perdono un po' di H_2O o in presenza di basse temperature

La vitalità del seme dipende anche dalle condizioni di conservazione del seme



Umidità, temperatura, illuminazione, O_2 , etilene

La rottura dell'integrità cellulare provoca danneggiamento dell'embrione, perdita di nutrienti che costituiscono substrati per patogeni

Lo sviluppo di un seme è sostenuto dall'espressione di gruppi di **geni caratteristici** di ognuna delle tre fasi : si esprimono solo in una di esse e restano silenti nelle altre

e dalla presenza e attività di **ormoni specifici**:

- **La prima fase: embriogenesi** è controllata principalmente da *gibberelline* che sembrano controllare la sintesi ex novo delle amilasi e *citochinine* quelle delle proteasi

- **nella seconda fase: accumulo di riserve** è massima la quantità di ABA che regola la sintesi ed accumulo di alcune delle proteine di riserva e promuove la sintesi delle proteine coinvolte nella tolleranza alla disidratazione
"Late Abundant Embryogenesis" "LEA" = proteine a basso peso molecolare, idrosolubili, basiche, ricche in glicina e lisina.

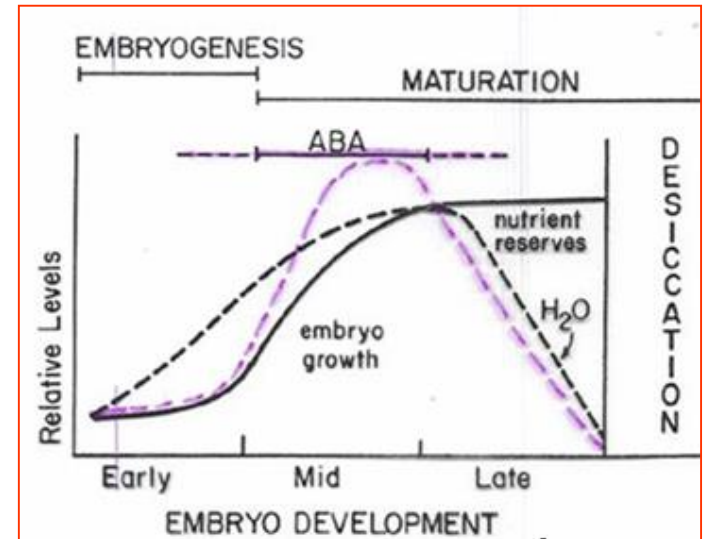
hanno la funzione di proteggere le membrane e le proteine dai danni di disidratazione:

legando H₂O, impedendo la cristallizzazione dei componenti cellulari.

3° fase disidratazione

ABA declina la sua concentrazione

Un seme ortodosso, è un organismo in condizioni di vita "sospesa" o rallentata, capace di rimanere vitale, pur senza svilupparsi, fino a quando non si realizzano le condizioni "interne e/o esterne" favorevoli alla germinazione

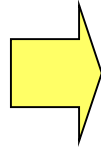


quiescenza

dormienza

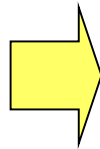
LA QUIESCENZA è la condizione in cui un seme non germina *perché non sono favorevoli le condizioni ambientali esterne* : (disponibilità di H₂O, temperatura, ossigeno) per quella specie

Un seme quiescente ha raggiunto la propria maturità morfologica e fisiologica.



La germinazione avrà luogo appena il seme, disperso anche mesi prima dalla pianta madre, **troverà nell'ambiente condizioni favorevoli**, in particolare disponibilità di acqua e di ossigeno e temperature adatte per la sua attività metabolica


Dormienza



è la condizione in cui un seme non germina a **causa di condizioni interne**, anche se le condizioni ambientali esterne sono favorevoli.

E' una **caratteristica controllata geneticamente**

I tipi di dormienza vengono distinti in 2 categorie

dormienza tegumentaria : Il seme non germina ma lo fa l'embrione privato di tegumenti.  ***Causa della dormienza sono i tegumenti***

- **Prevenzione dell'assorbimento di H₂O** – Tegumenti impermeabili all'acqua: Cuticola cerosa, strati suberificati.
(Tipica di semi di climi aridi e semiaridi, specie leguminose erbacee quali trifoglio-erba medica e piante arboree quale l'acacia)
- **Interferenza con lo scambio gassoso** – Tegumenti meno permeabili all'O₂ ed alla CO₂ e di eventuali altri gas, ammoniacca, cianidrico rispetto all'H₂O
- **Impedimenti meccanici** - Gusci rigidi e lignificati (noce) anche pareti rigide dell'endosperma che possono sopprimere l'espansione (lattuga). L'embrione non riesce a romperli per fuoriuscire
- **Ritenzione di inibitori osmotici e chimici** – Tegumenti che impediscono la fuoriuscita di inibitori dal seme quali cianuro, ammoniacca, composti fenolici, lattoni saturi, alcaloidi
- **Produzione di inibitori** – Presenza di inibitori ad alte concentrazioni capaci di sopprimere la germinazione dell'embrione (ABA)

•L'ABA mantiene gli embrioni nel loro stato embriogenico e **previene la germinazione precoce.**

la sua carenza stimola la **viviparia** :la capacità di un seme a germinare nei frutti idratati della pianta madre.



Dormienza è sotto il controllo ormonale

Mutante *vp1* con difetto nella risposta all'ABA

Viviparo



• **Presenza di inibitori chimici:**

- ABA nei semi dormienti
- composti che vengono liberati dai semi: **composti del CN** (semi Rosacee), sostanze secrete che liberano NH_3 .

Gli inibitori sono presenti anche in foglie, radici e quando vengono liberati durante la decomposizione, inibiscono la germinazione di altre piante.

Allelopatia = composti prodotti da una pianta che danneggiano un'altra.



L'embrione anche se maturo fisiologicamente e privato dei tegumenti e dell'endosperma, non germina.

*dormienza
embrionaria
(più rara)*

causa dell'inibizione :

Fattori ormonali soprattutto il rapporto ABA/GA:
elevata concentrazione di ABA
basse Gibberelline

riscontrabile in melo,
nocciolo, frassino,
faggio

In che modo vengono interrotte le varie forme di dormienza per consentire la germinazione?

In natura

Microrganismi, batteri, funghi

Succhi gastrici del tubo digerente di uccelli, o di altri animali

Abrasione dei tegumenti

Gelo-disgelo

Pioggia e fuoco

In agricoltura ed in laboratorio

Scuotimento

Scarificazione =Abrasion dei tegumenti esterni con mezzi meccanici o chimici

Stratificazione , Vernalizzazione

Lavaggi con H₂O, alcool, acidi

La quiescenza = capacità di restare vitale per lunghi periodi anche in presenza di condizioni avverse e di reagire prontamente alla presenza di condizioni favorevoli .

In ambienti caratterizzati da stagionalità accentuata, con forti e anche non prevedibili variazioni ambientali.

sono prevalenti i casi di *dormienza*.

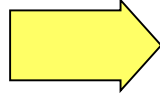
La dormienza è un mezzo estremamente efficace per assicurare la propagazione e la diffusione della specie

E' un tratto adattativo che ottimizza la distribuzione della germinazione in
→ una popolazione di semi

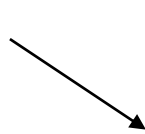
Eterogeneità della dormienza → *dormienza secondaria* potenzia
la *scalarità della germinazione*

Dormienza e luce

Luce



Fattore ambientale per interrompere la dormienza



- Breve esposizioni
- Luce intermittente
- Fotoperiodo specifico

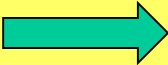
il ruolo della luce non è di tipo energetico ma di “messaggio”:

sono sufficienti brevi periodi di illuminazione e bassa energia per favorire o inibire la germinazione.

3 categorie:

- **fotosensibilità positiva** (semi fotodormienti o fotoblastici),
- **fotosensibilità negativa,**
- **non fotosensibili.**

Ai **semi non fotosensibili** appartengono molte **specie coltivate**, grazie alla selezione operata dall'uomo

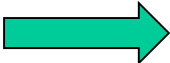
I semi regolati dalla luce (fotoblastici) hanno
 una dormienza imposta dai tegumenti

Il FITOCROMO è il pigmento responsabile della risposta alla luce

Specie con grandi semi e con ampie riserve alimentari in grado di sostenere un prolungato accrescimento della pianticella di solito non necessitano della luce per germinare

 **fotosensibilità negativa.**

Piccoli semi delle specie erbacee e graminacee rimangono dormienti, anche se idratati, quando sono sepolti al di sotto della profondità a cui

 penetra la luce (**fotosensibilità positiva**).

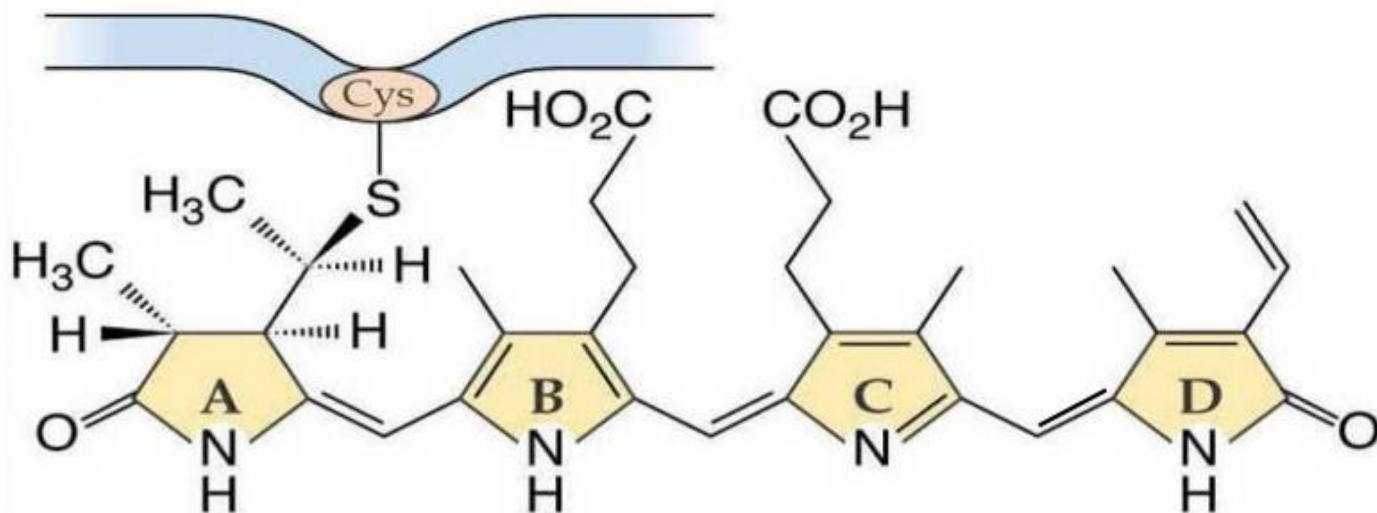
Struttura chimica del fitocromo

Il fitocromo è un pigmento proteico

proteina (apoproteina) con massa molecolare di circa 125 KDa
+
cromoforo (fitocromobilina)
tetrapirrolo a catena aperta

Cromoforo del fitocromo

La molecola del fitocromo è un dimero



Assorbendo luce R o FR il cromoforo subisce una isomerizzazione cis-trans del doppio legame fra gli atomi di carbonio 15 e 16

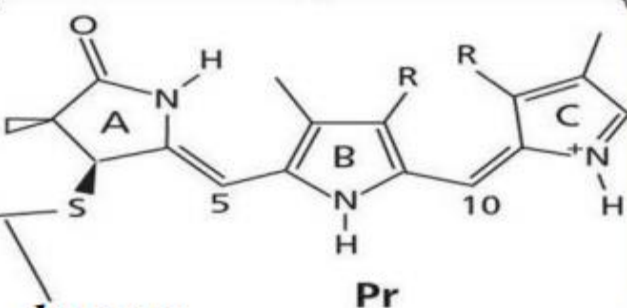


induce un cambiamento nella conformazione della proteina

Cromoforo: fitocromobilina

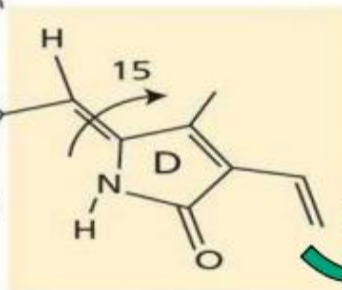
polipeptide

Pro
His
Ser
Cys
His
Leu
Gln



legame tioestere

Pr

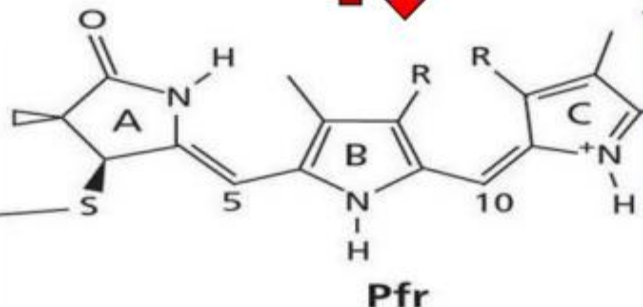


Isomero cis

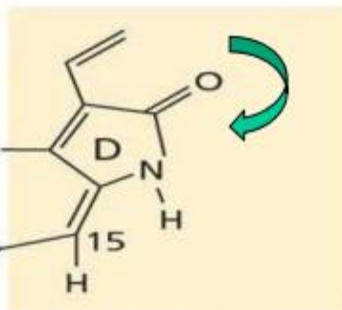
FR

R

Pro
His
Ser
Cys
His
Leu
Gln



Pfr

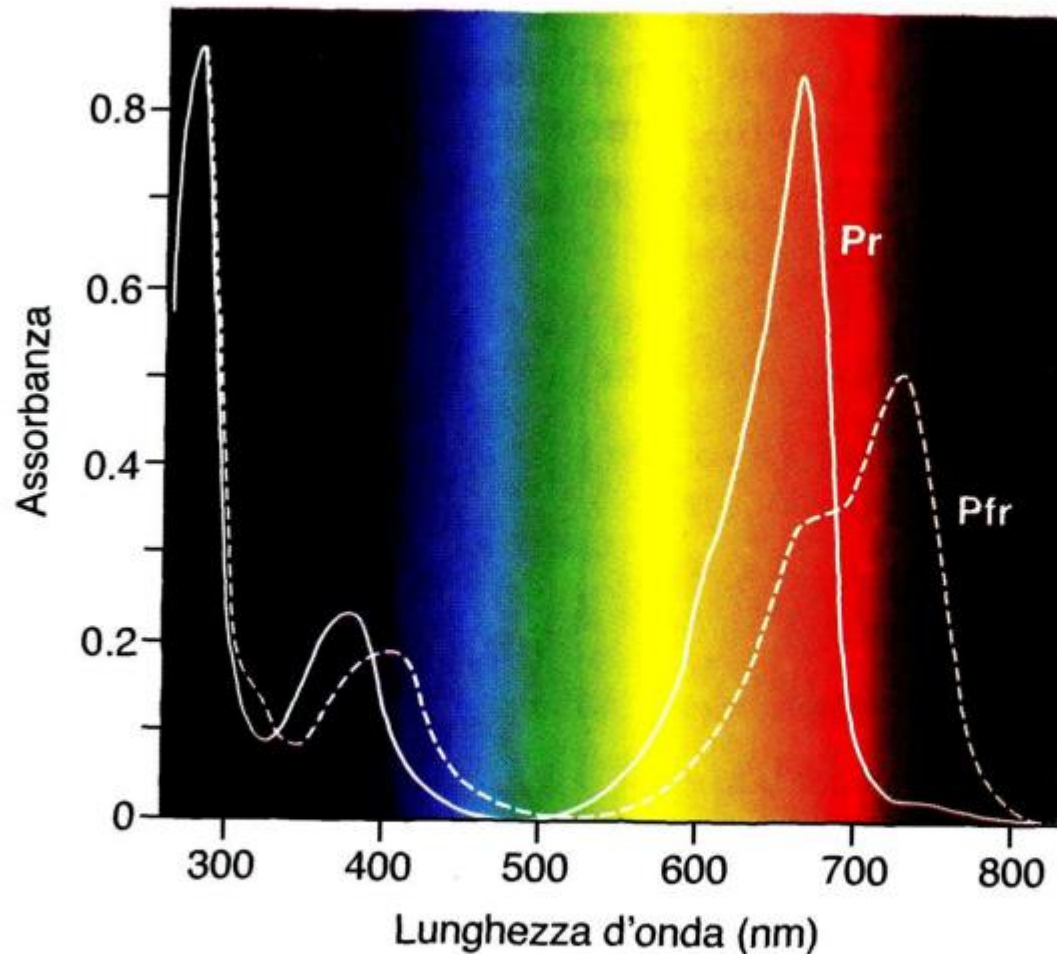


Isomero trans

la luce R converte cis in trans

la luce FR converte trans in cis

Il fitocromo è presente nelle piante in due forme Pr e Pfr caratterizzate da un diverso spettro di assorbimento



la forma Pr ha un A_{max} a 666 nm (luce rossa o R)

la forma Pfr ha un A_{max} a 730 nm (luce rosso-lontano o FR)

Il Fitocromo



Dark



Red



Red Far-red



Red Far-red Red



Red Far-red Red Far-red

Germinazione
semi di lattuga

Gli effetti morfogenetici causati
dalla luce rossa (**650-680 nm**)
possono essere soppressi da un
irraggiamento successivo con luce
rosso-lontano (**710-740 nm**)

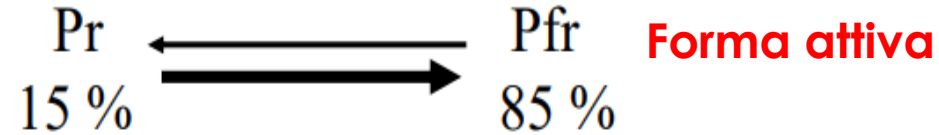


Fotoreversibilità

La forma sintetizzata dalle piante è
la **Pr (di colore blu)** si converte nella
forma **Pfr** quando è esposta **alla luce rossa**;
che a sua volta si converte nella forma **Pr** in
seguito all'esposizione **a luce infrarossa**

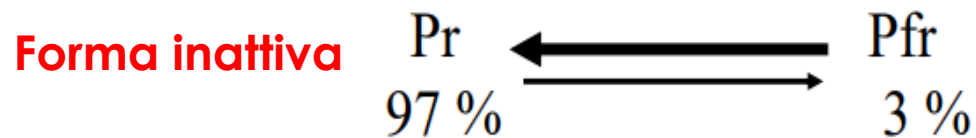
***le due forme sono in equilibrio dinamico tra
loro in base all'esposizione del momento.***

Con luce rossa saturante



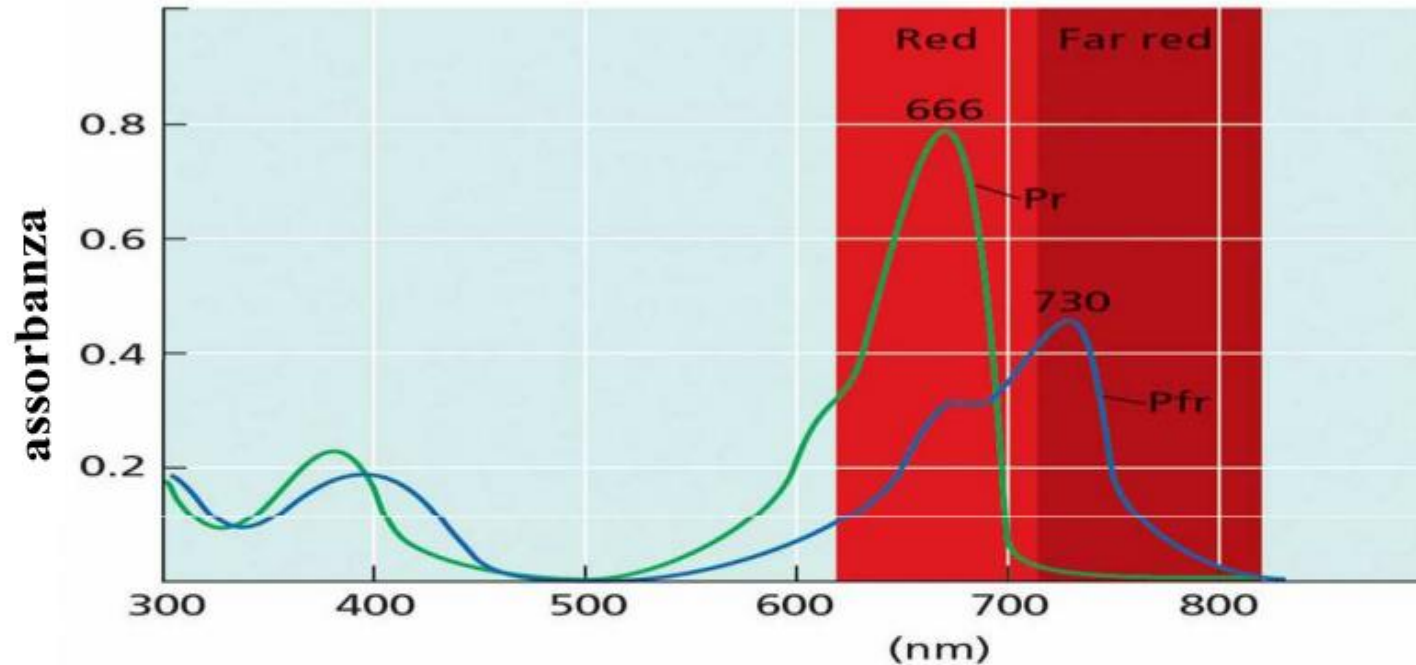
$$\text{Stato fotostazionario} = \frac{\text{Pfr}}{\text{Pr} + \text{Pfr}} = 0.85$$

Con luce rosso-lontano saturante



$$\text{Stato fotostazionario} = \frac{\text{Pfr}}{\text{Pr} + \text{Pfr}} = 0.03$$

Lo spettro di assorbimento delle due forme di fitocromo presenta una sovrapposizione nella regione del rosso



Il rapporto quantitativo tra le due forme di fitocromo dipende quindi dallo spettro della radiazione

Stato fotostazionario del fitocromo \Rightarrow
$$\frac{Pfr}{Pr + Pfr} = \Phi$$
 Percentuale di fitocromo nella sua forma attiva

$$\frac{P_{fr}}{P_{fr} + P_r}$$

è importante per la risposta
il rapporto “fotostazionario”
cioè la % di P_{fr} sul totale.

Questo rapporto:

- **Dipende dallo spettro della radiazione**
- **è specie-specifico, per cui le risposte alla luce sono quantitativamente diverse**



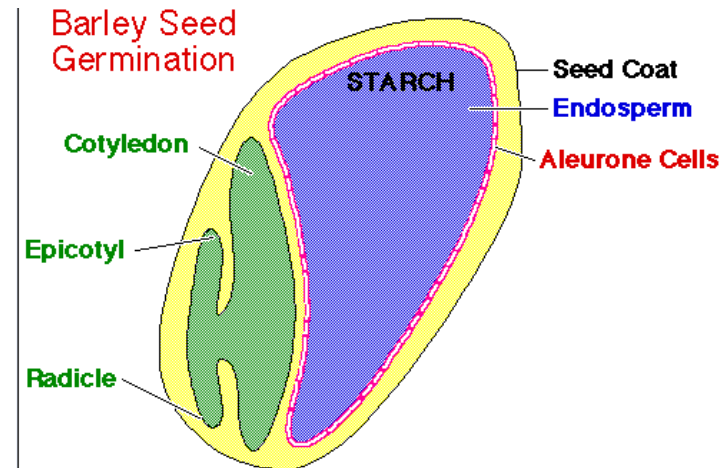
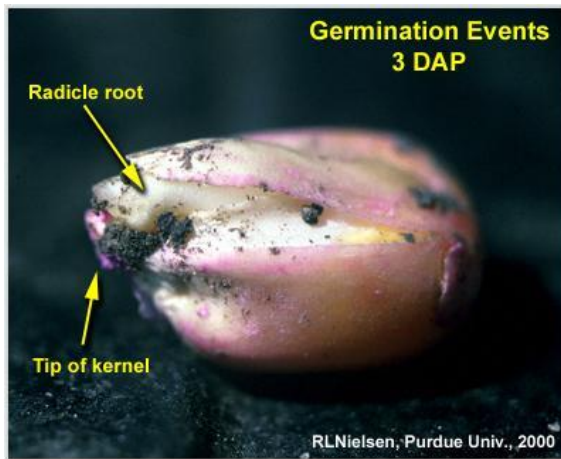
*Ogni seme per germinare deve possedere
una certa quantità di fitocromo nella forma P_{fr}*

**Il fitocromo è sicuramente presente solo nell’embrione
ma responsabili della fotosensibilità sono i tegumenti**

Dal seme maturoalla germinazione

Perché avvenga la germinazione:

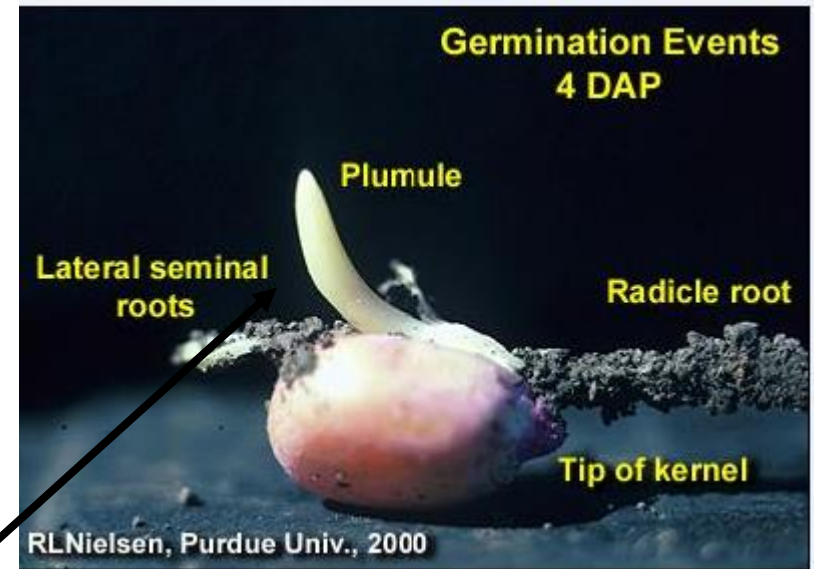
- 1) l'embrione deve essere vitale
- 2) non ci devono essere barriere fisiologiche, fisiche chimiche
- 3) condizioni ambientali favorevoli



Quando comincia il processo di germinazione il seme è nello stato **quiescente**: gli eventi metabolici sono sospesi o estremamente lenti, **un'elevata disidratazione** (<10% di H₂O), una **parziale disorganizzazione cellulare**,

La germinazione è quel processo che comincia con l'imbibizione del seme e termina con la protrusione della radichetta

Il segno visibile che la germinazione è completa



Allungamento dell'asse embrionale attraverso i tegumenti

Germinazione visibile

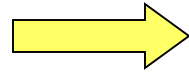
Germinazione fisiologica

Processi biochimici,
riattivazione metabolica,
riorganizzazione cellulare

Germinazione agronomica

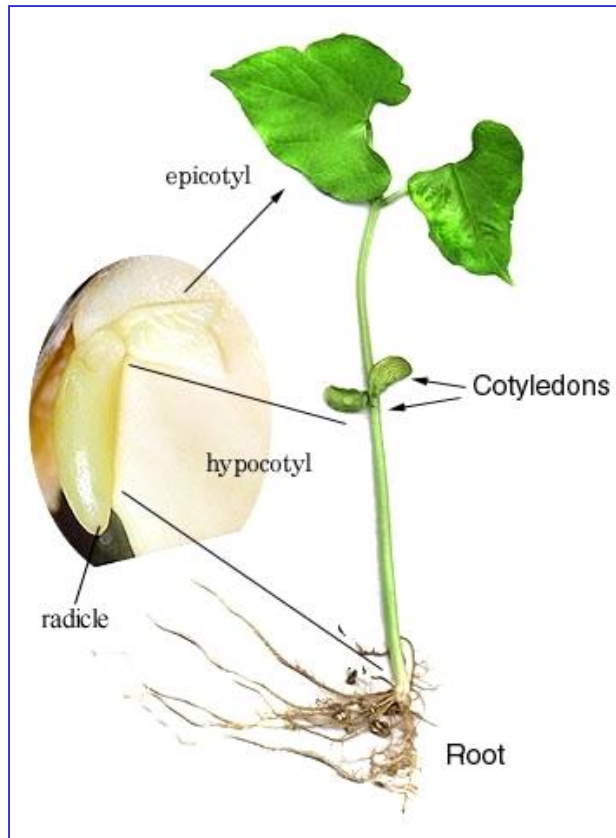
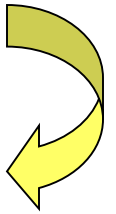
Protrusione della radichetta

Gli eventi successivi alla germinazione o eventi post-germinativi

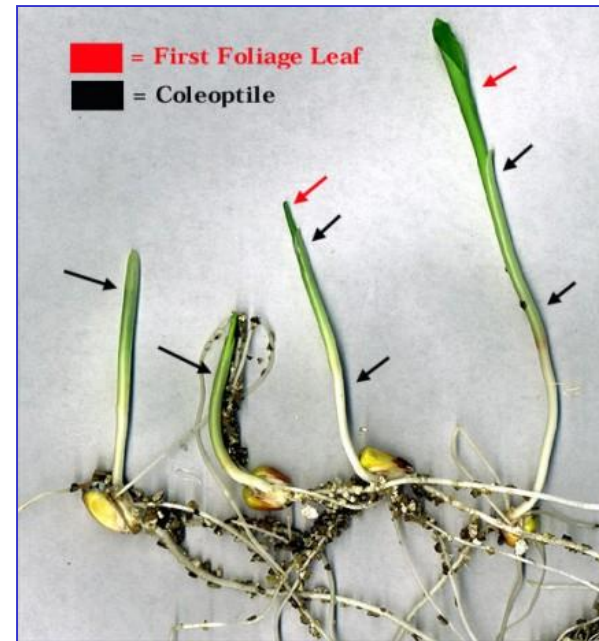


Idrolisi delle sostanze di riserva

Crescita della pianta



Fagiolo
(Dicotiledone)

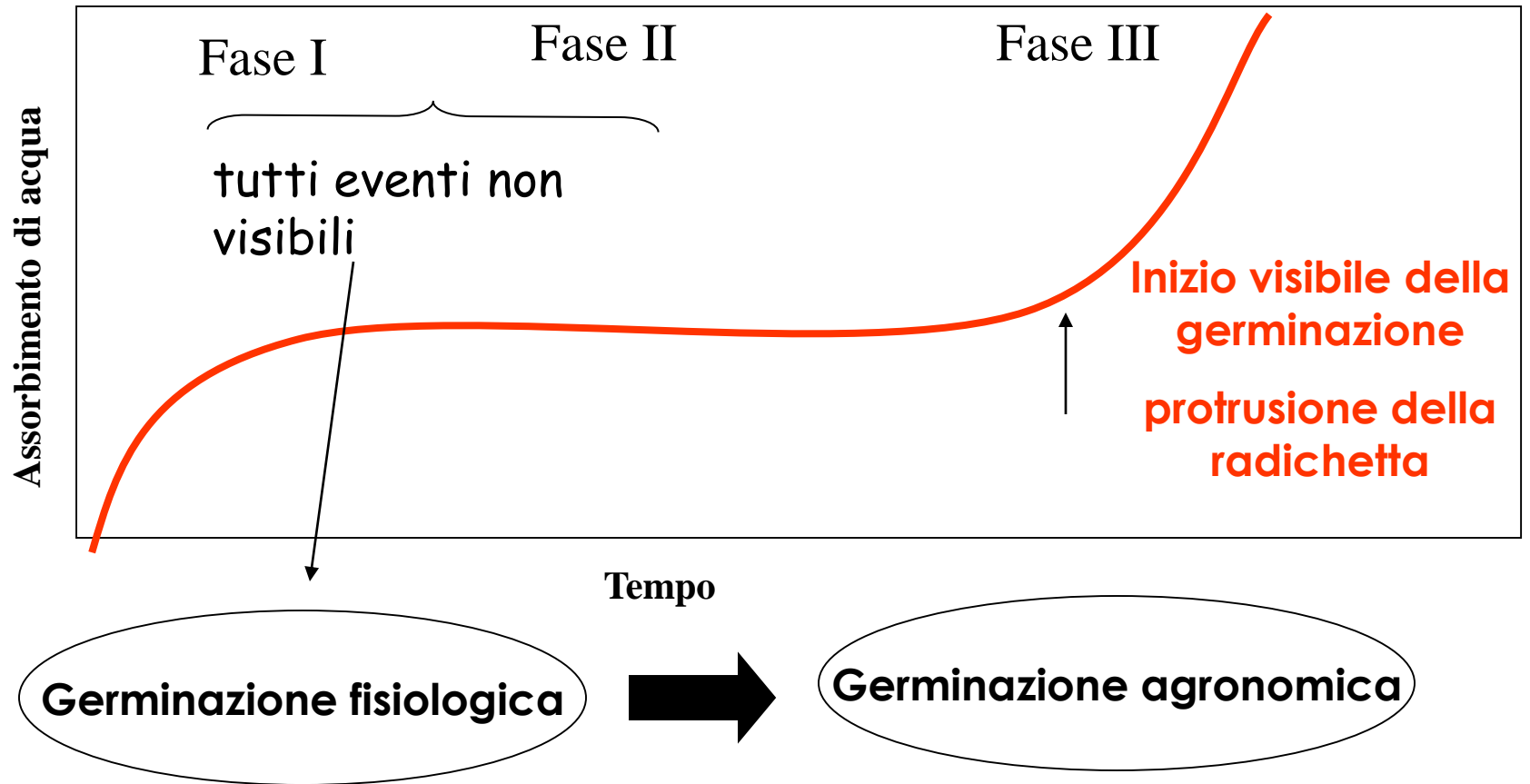


Frumento
(Monocotiledone)

In relazione
all'assorbimento
dell'H₂O



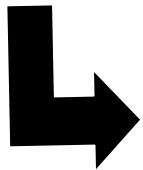
andamento nel tempo degli eventi
germinativi



Condizioni necessarie per il processo di germinazione

- **Presenza di Acqua.** Fondamentale perché abbia inizio la germinazione
- **Presenza di Ossigeno.** Il metabolismo può essere inizialmente anaerobio ma diviene aerobio appena il tegumento si rompe e l'O₂ può penetrare
- **Temperatura.** I semi non germinano al disotto di una certa temperatura che è specie-specifica:

Intervallo termico specifico ottimale (10-20°C per specie di climi temperati, 20-40 °C per specie di origine subtropicale e tropicale)

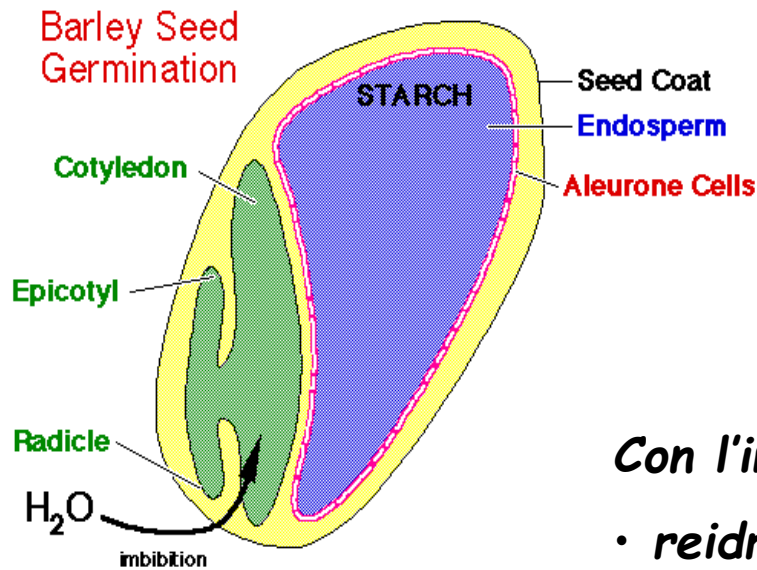


- **Velocità di germinazione:** il tempo impiegato dai semi a germinare
- **Capacità germinativa:** la quantità di semi che riescono a germinare

La temperatura influenza maggiormente la **velocità di germinazione,**

- **Luce.** E' necessaria per i semi piccoli che devono divenire presto autotrofi. In altre specie può svolgere un ruolo inibitorio

1° Presenza di Acqua.



H₂O è necessaria per riattivare il biochimismo del seme



Con l'imbibizione si ha:

- reidratazione e riassetto di membrane cellulari
- reidratazione e attivazione di proteine ed enzimi necessari per l'utilizzazione delle riserve.



Seguita da fase più lenta di 5 -10 ore

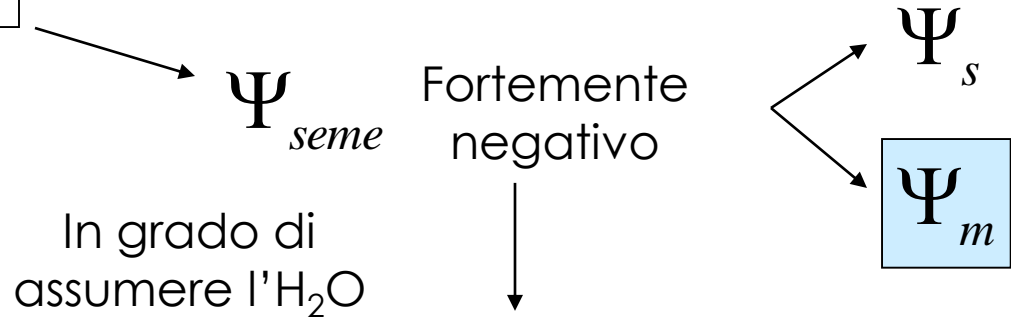
Forza guida per l'imbibizione



Tra il seme ed il microambiente del suolo che lo circonda

Seme disidratato

$$\Psi_{seme} \ll \Psi_{terreno}$$



Anche fino a -10 MPa

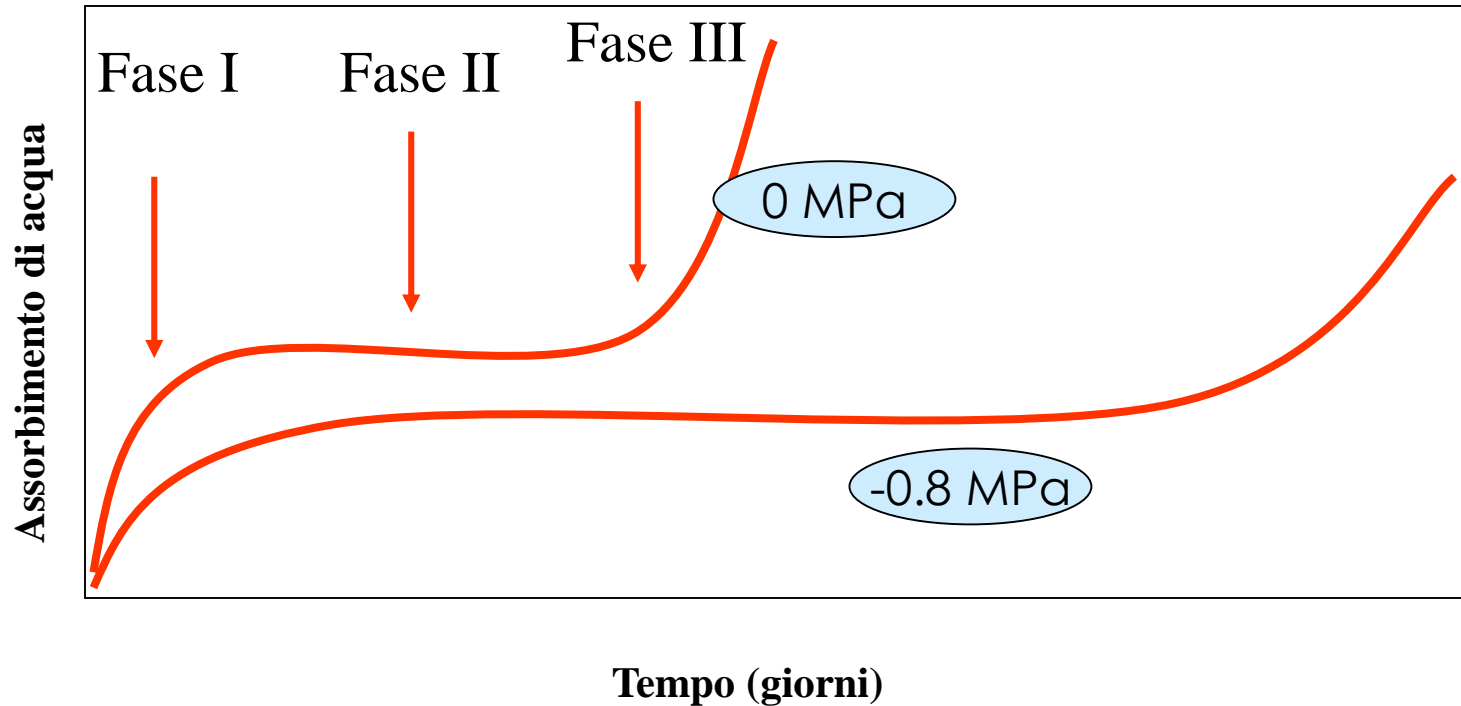
Assorbimento di H₂O, germinazione ed iniziale crescita di differenti specie dopo 7 giorni in suoli con diverso contenuto idrico

Terreni meno idratati, con Ψ_{terreno} negativo rallentano la velocità di assorbimento di H₂O e le % di germinazione sono minori

| Species | Soil water content (%) | Germination (%) | Water uptake (percent of initial weight) | Length of root (cm) | Length of shoot (cm) |
|--|------------------------|-----------------|--|---------------------|----------------------|
| <i>Oryzopsis holciformis</i> miglio | 7.6 | 0 | 28 | — | — |
| | 9.6 | 0 | 41 | — | — |
| | 11.2 | 52 | 99 | 3.0 | — |
| | 13.3 | 58 | 169 | 4.2 | — |
| | 14.9 | 62 | 250 | 5.2 | 6.3 |
| <i>Vicia dasycarpa</i> | 11.6 | 0 | 76 | — | — |
| | 12.5 | 23 | 102 | 3.8 | 1.7 |
| | 13.4 | 27 | 103 | 3.9 | 2.1 |
| | 15.5 | 90 | 199 | 4.2 | 3.6 |
| <i>Medicago hispida</i> | 8.1 | 4 | 65 | — | — |
| | 9.8 | 8 | 89 | — | — |
| | 11.6 | 34 | 194 | 2.4 | 2.8 |
| | 13.6 | 86 | 637 | 2.5 | 4.3 |
| <i>Agropyron elongatum</i> | 9.5 | 16 | 39 | — | — |
| | 10.3 | 55 | 90 | — | — |
| | 10.7 | 87 | 181 | 5.0 | 3.2 |
| | 11.0 | 67 | 131 | 5.0 | 3.4 |
| | 11.3 | 90 | 168 | 4.8 | 3.8 |
| | 13.0 | 90 | 206 | 4.9 | 4.0 |
| | 13.1 | 97 | 224 | 4.8 | 4.8 |
| | 15.2 | 90 | 277 | 4.6 | 6.1 |
| <i>Triticum aestivum</i> frumento | 8.1 | 90 | 54 | 2.0 | 0 |
| | 9.8 | 93 | 91 | 4.6 | 0.5 |
| | 11.6 | 93 | 145 | 6.0 | 2.3 |
| | 13.6 | 95 | 232 | 5.9 | 4.0 |

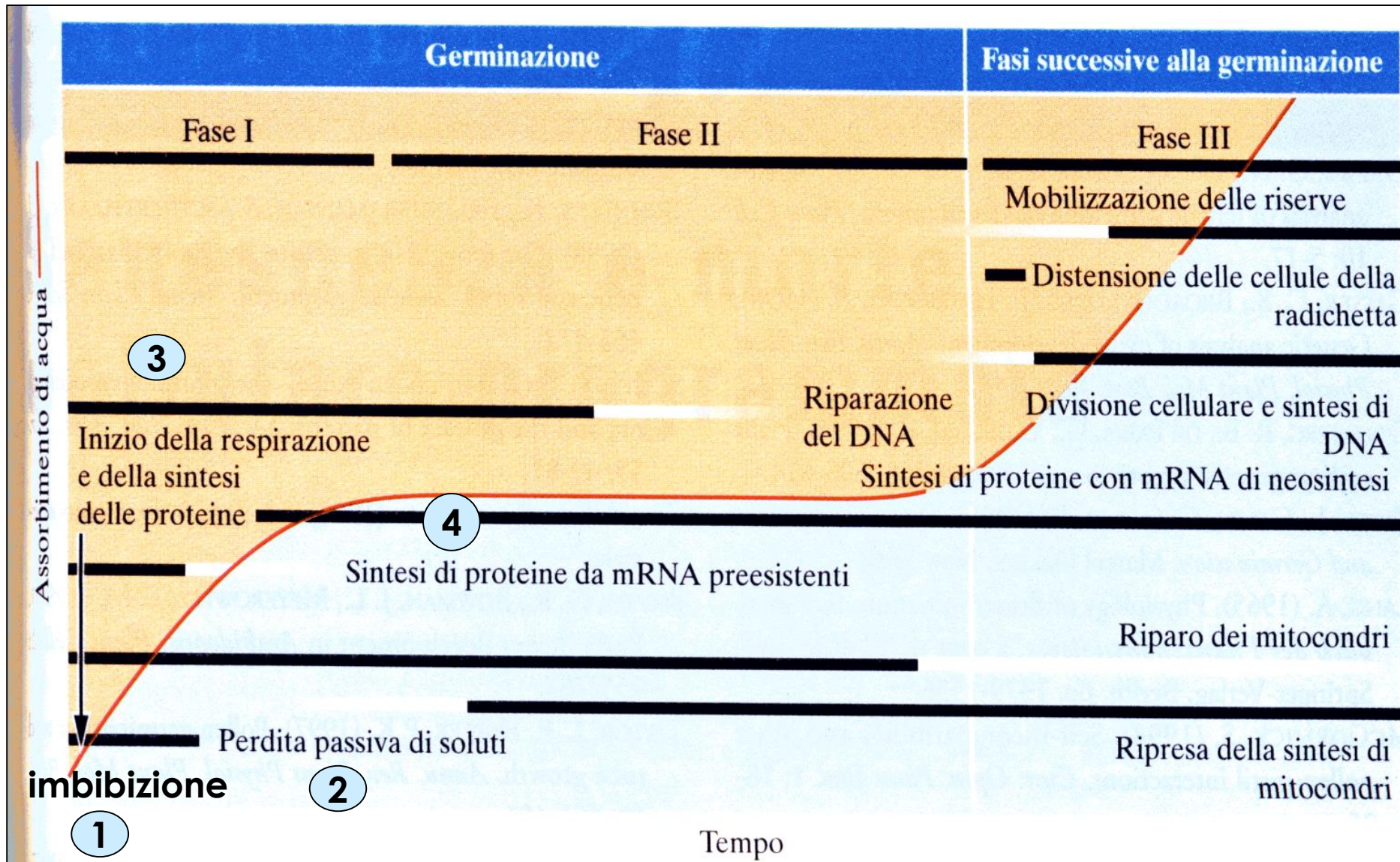
After Dasberg. 1971 [13]

Assorbimento di H₂O in semi quiescenti di **Pinus brutia** incubati in **H₂O pura (0 MPa)** ed in soluzione con potenziale idrico debolmente negativo (**-0.8 MPa**)



Con H₂O pura (0 MPa) le fasi di germinazione sono più rapide in quanto l'assorbimento di H₂O è più facile

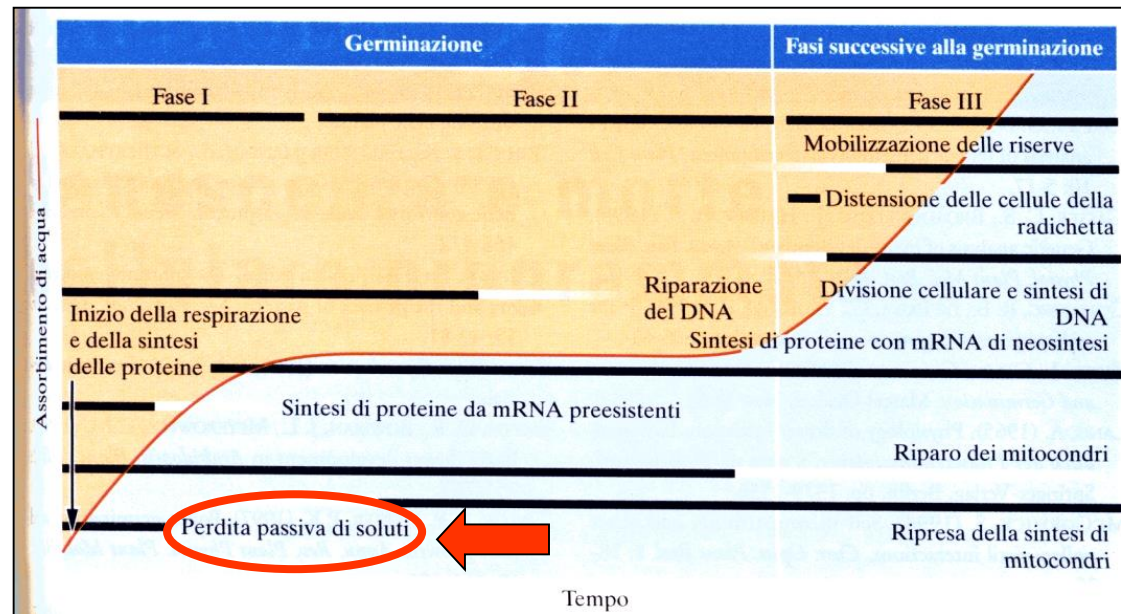
Fasi della germinazione



Con l'imbibizione del seme

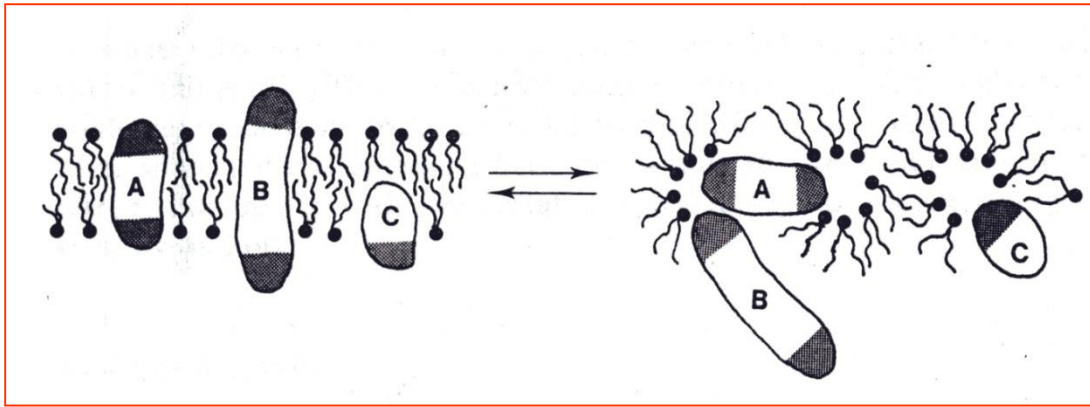


Perturbazioni strutturali temporanee della membrana che si manifestano attraverso la perdita passiva di soluti



Soluti e metaboliti a basso peso molecolare

Amminoacidi e proteine
Acidi organici e zuccheri
Ioni K^+
Acido gibberellico
Enzimi (G6PD, GDH, Fumarasi)



Stato idratato

Idratazione < 20%

Orientamento dei
fosfolipidi e delle
proteine di membrana
a seconda del grado di
idratazione

Da una fase di gel



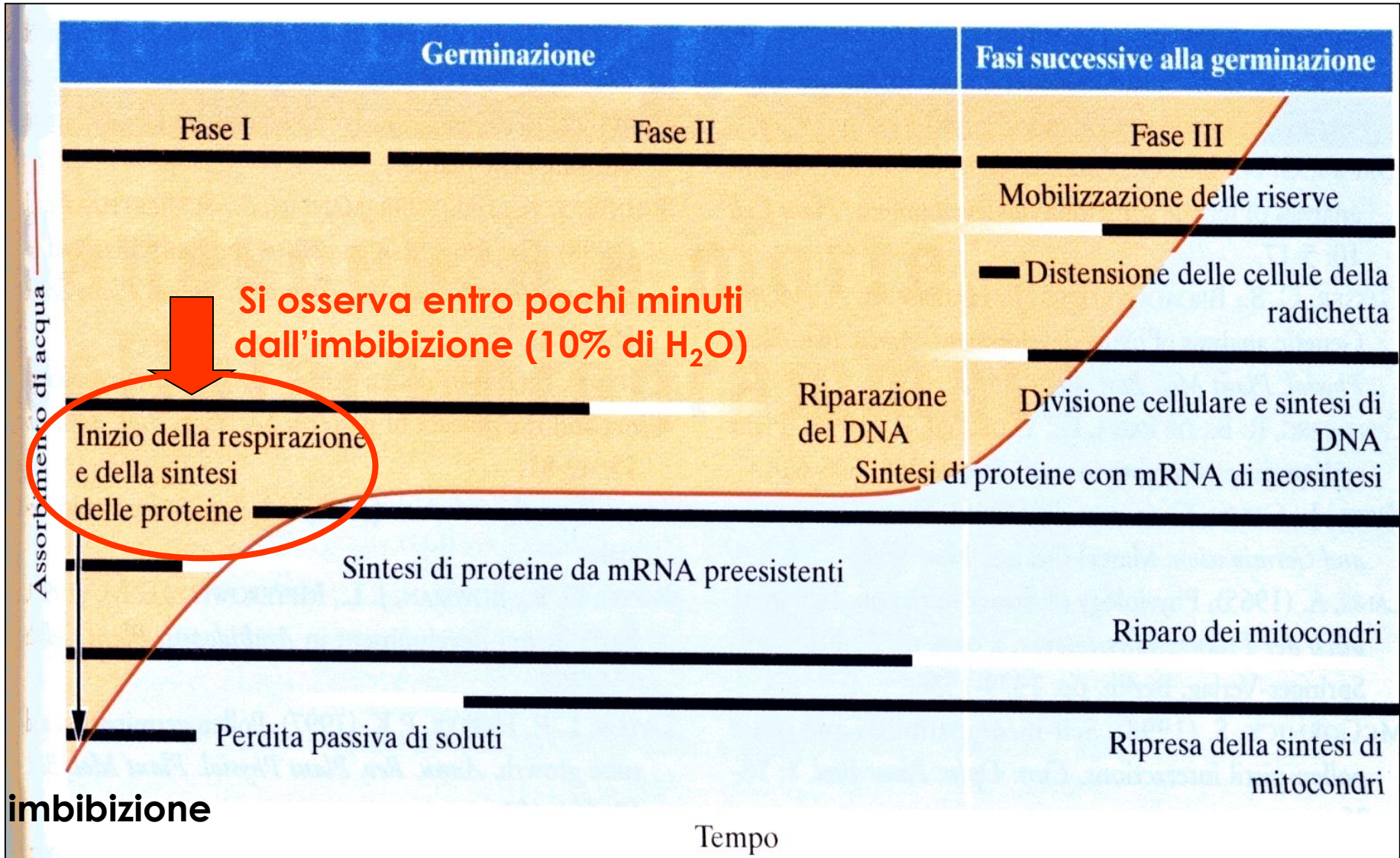
Ad una struttura cristallina,
organizzata e stabile

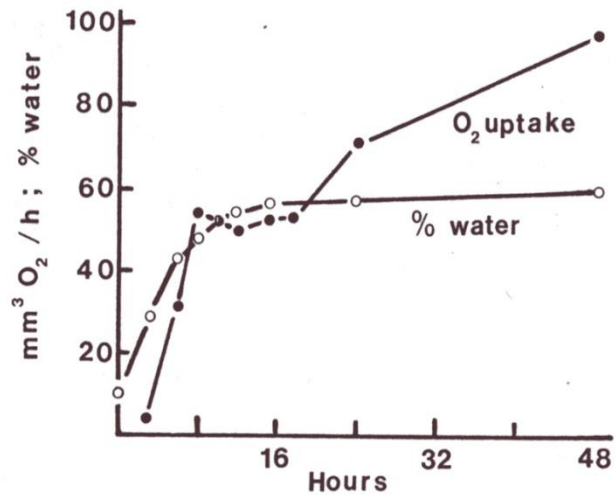
La perdita di soluti si riduce fino ad essere soppressa

Si riorganizza quindi una struttura
compartimentalizzata



Fasi della germinazione





Andamento
dell'attività
respiratoria

**E' possibile assistere in
una fase iniziale ad un
processo fermentativo**

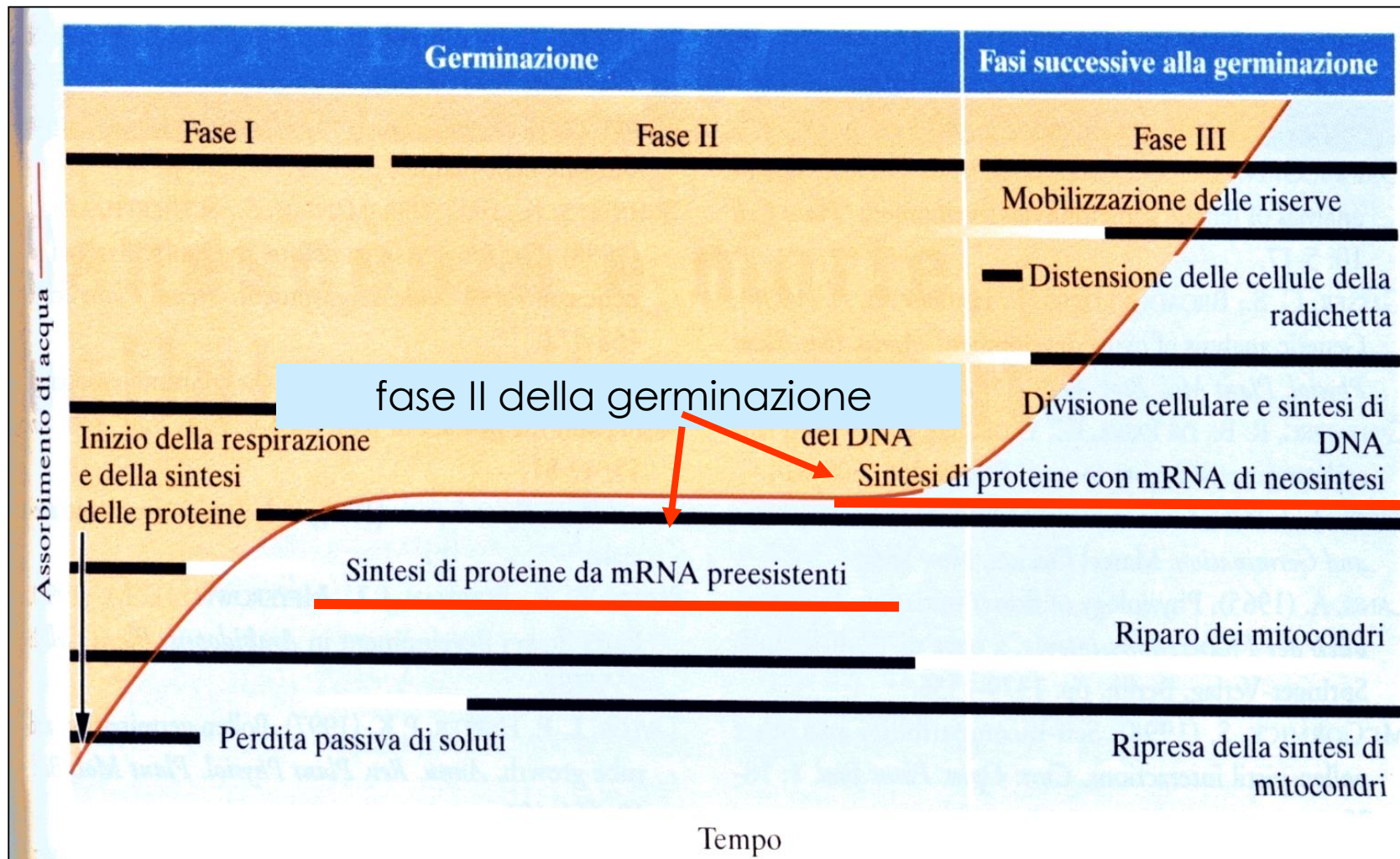
Nella 1° fase sono già
presenti nel seme



Zuccheri prontamente
metabolizzabili

Enzimi ciclo glicolitico →
ciclo Krebs

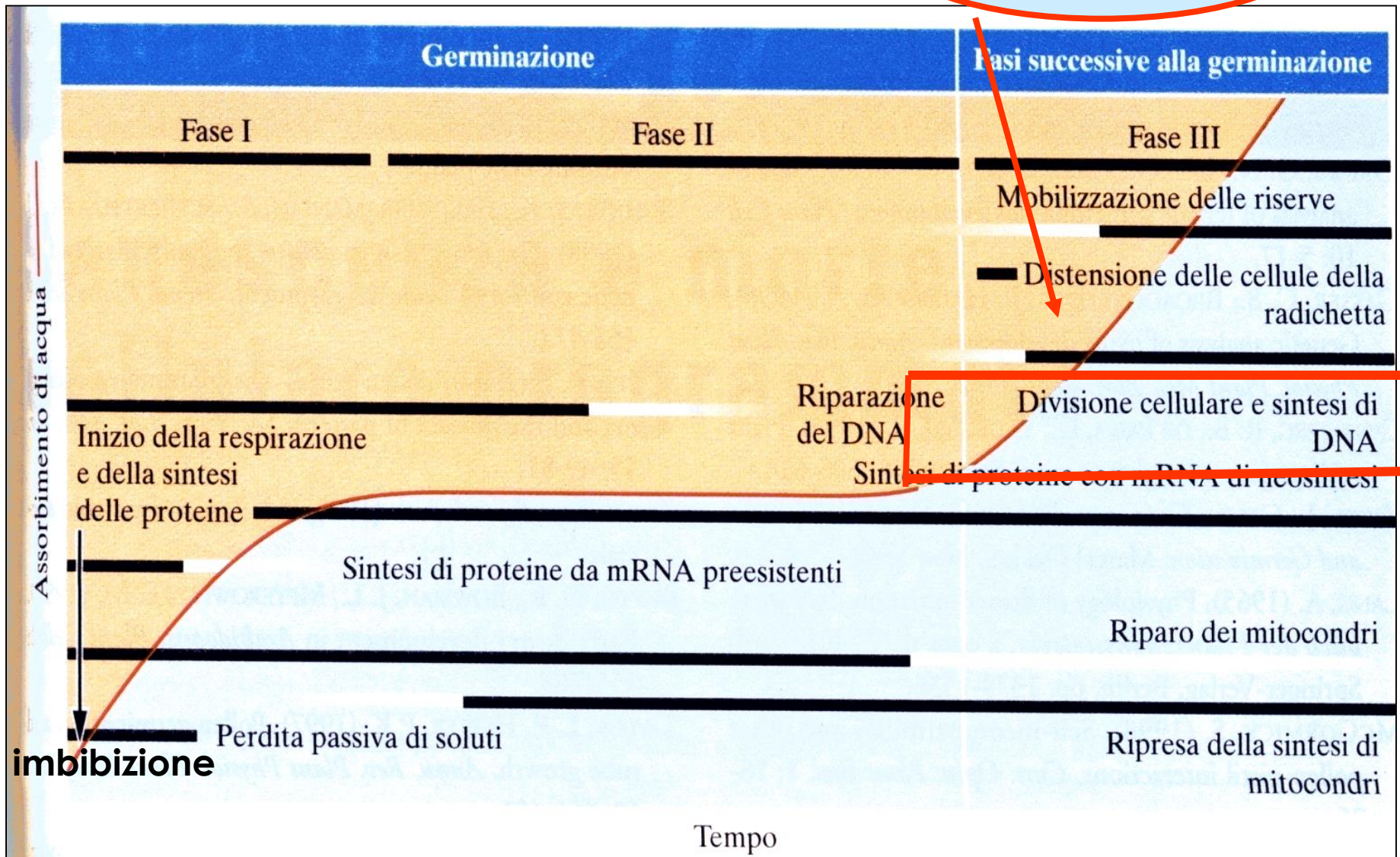
Energia
(ATP e NADH)



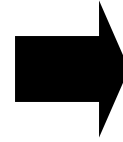
Processo di sintesi proteica è fondamentale per la germinazione e può manifestarsi già dall'inizio dell'imbibizione

Non sono stati individuati mRNA specifici ed esclusivi per la germinazione

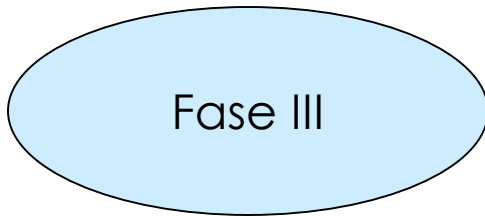
Inizio germinazione visibile



Fase I e Fase II sono una condizione necessaria ma non sufficiente per la germinazione



I semi dormienti possono avere entrambe le fasi ma non germinare



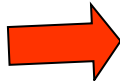
Caratterizzata da un nuovo assorbimento di H₂O
Aumento del turgore



Sintesi di DNA
Divisione cellulare



Avviene l'estensione della radichetta :



termina la germinazione

inizio della crescita della plantula

ORMONI

Etilene è prodotto nell'embrione

può stimolare la germinazione ed eliminare la dormienza in quanto **inibisce la sintesi dell'ABA** endogeno e la sua attività

.

Le giberelline

- codificano enzimi che riducono inizialmente la resistenza meccanica dei tegumenti
- hanno un effetto diretto sulla crescita potenziale dell'embrione

3 possibili ragioni per spiegare l'estensione della radichetta

1° ipotesi



più negativo per l'**accumulo dei soluti** derivati dall'idrolisi delle sostanze di riserva → **assorbimento di H₂O**

→ aumento del **potenziale di turgore** → cedevolezza pareti

Non sono mai state rilevate consistenti variazioni del Ψ_s

2° ipotesi

Produzione di enzimi che determinano l'allentamento della parete, oppure di **ESPANSINE**

Nessuna di queste proteine è stata osservata in semi germinanti e le ESPANSINE sono indotte dall' ABA.

3° ipotesi



Sintesi delle prime 2: Cedevolezza delle pareti e sintesi di enzimi

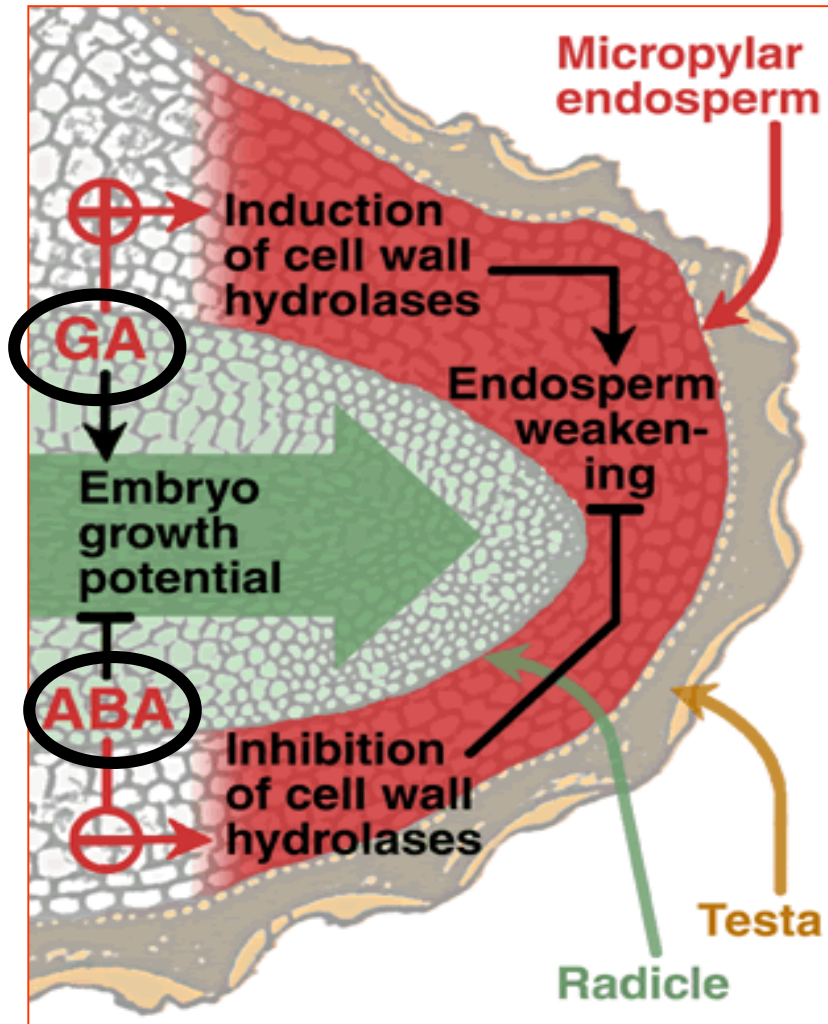
1

L'estensione cellulare è un processo che necessita di **cedevolezza delle pareti** delle cellule dell'asse embrionale poste tra la cuffia e la base dell'epicotile ed è guidato dal **turgore** Ψ_p

T
E
S
T
A

2

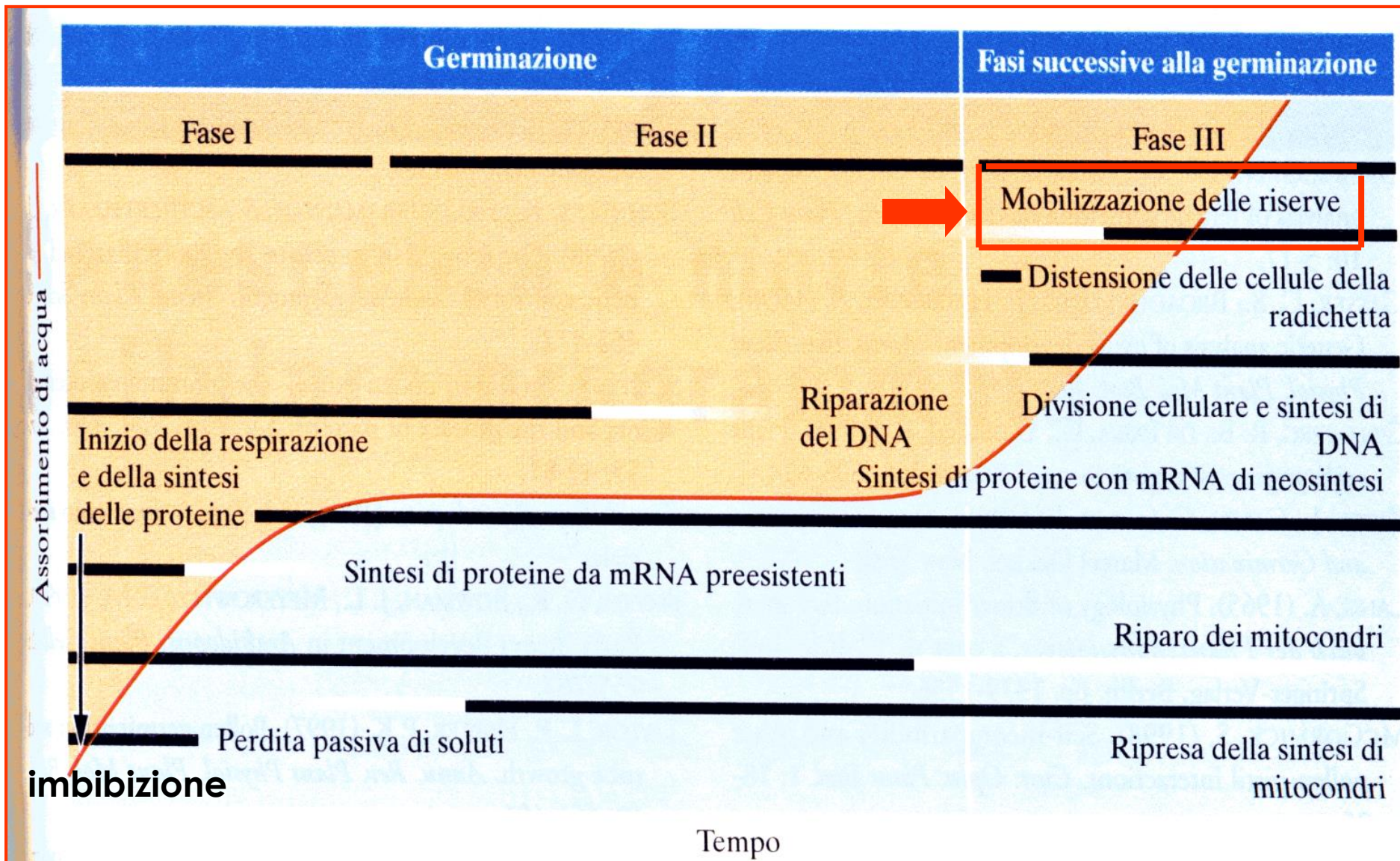
Induzione di **idrolasi** secrete dall'**endosperma** che determina una parziale degradazione della parete



Questa 3° ipotesi trova sostegno con l'applicazione di ormoni che inibiscono (ABA) e inducono (GA) la germinazione

ABA inibisce
GA attiva
l'induzione di idrolasi

ABA previene l'estensione della parete cellulare radicale



La mobilizzazione delle riserve stoccate nel seme sono associate con la crescita della plantula

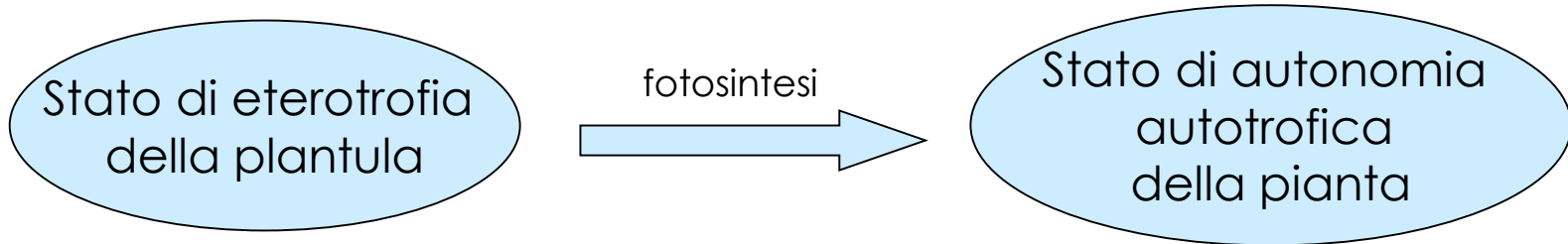


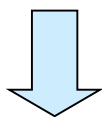
Table 19.2 Storage reserves of some important crop species

| | Average percent composition | | | Major storage organ |
|----------------|-----------------------------|-----|--------------|---------------------|
| | Protein | Oil | Carbohydrate | |
| Cereals | | | | |
| Barley | 12 | 3 | 76 | Endosperm |
| Maize | 10 | 5 | 80 | Endosperm |
| Oats | 13 | 8 | 66 | Endosperm |
| Wheat | 12 | 2 | 75 | Endosperm |
| Legumes | | | | |
| Broad bean | 23 | 1 | 56 | Cotyledons |
| Garden pea | 25 | 6 | 52 | Cotyledons |
| Peanut | 31 | 48 | 12 | Cotyledons |
| Soybean | 37 | 22 | 12 | Cotyledons |
| Other | | | | |
| Castor bean | 18 | 64 | Negligible | Endosperm |
| Oil palm | 9 | 49 | 28 | Endosperm |
| Pine | 35 | 48 | 6 | Megagametophyte |
| Rapeseed | 21 | 48 | 19 | Cotyledons |

Riserve
carboidratiche

Riserve proteiche

Riserve lipidiche



Amido principale
riserva nei granuli di amido
dell'endosperma delle cariossidi
dei cereali

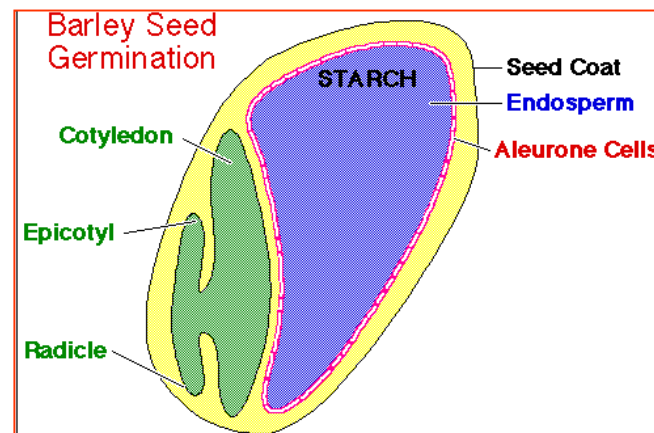
Amilosio

Amilopectina

Mannani nel
dattero e nel caffè

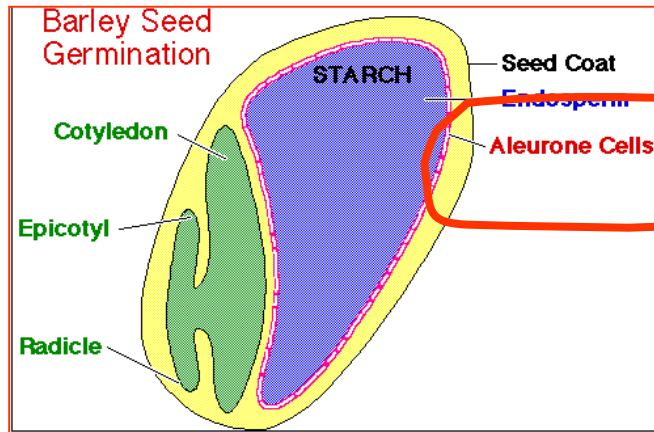
Galattomannani nelle
leguminose

Impregnano le pareti ispessite
degli endospermi



Saccarosio è
presente in
alcune linee di
mais

l'amido viene scisso, per via idrolitica e fosforolitica, dopo 24-72 h di imbibizione



Nello strato di aleurone vengono elaborati e/o secreti tutti gli enzimi

Il Controllo embrionale della scissione dell'amido è mediato dalle **gibberelline**

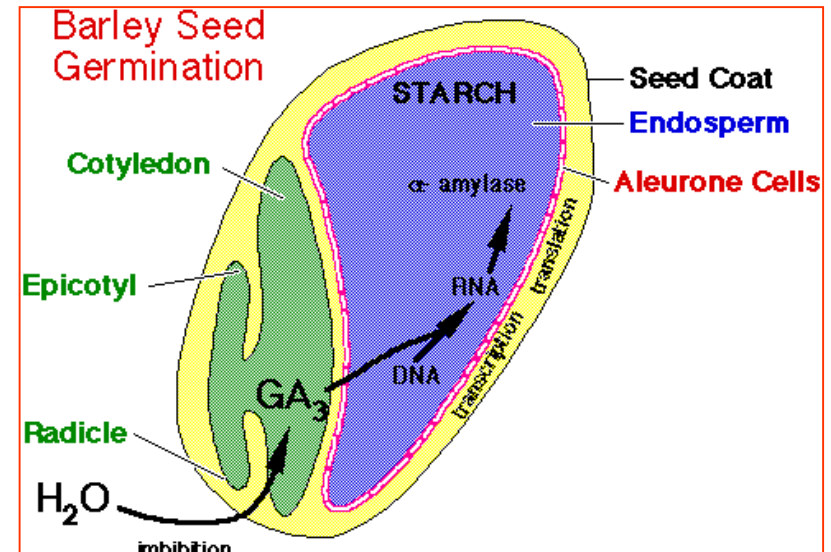
a amilasi viene sintetizzata de novo e β -amilasi viene attivata

Nella **carioside di mais**,

a differenza di grano e orzo

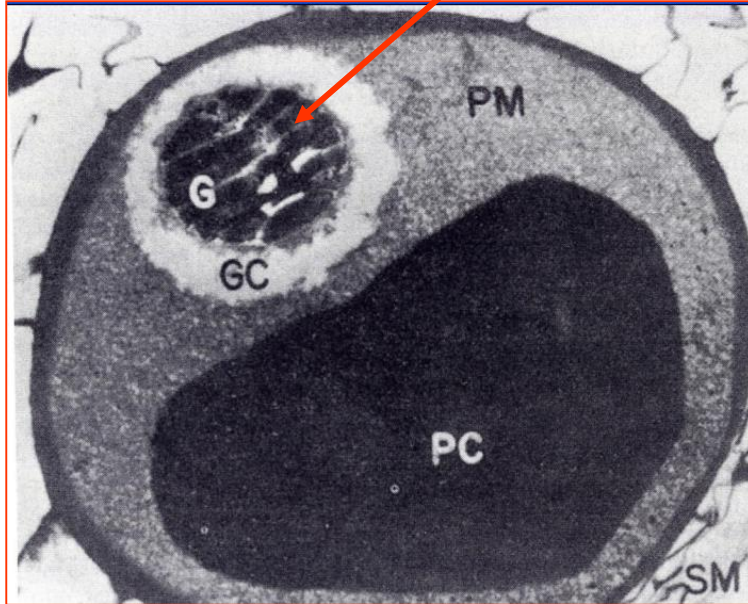
l'endosperma risponde alle auxine:

all'acido indolacetico (IAA)



Riserve lipidiche

Sferosomi, organelli sferici con
singola membrana



I semi con riserve lipidiche

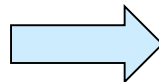
- sono mediamente più piccoli
- sono abbondanti (noce, mandorlo, olivo arachidi, soia ecc.) e costituiscono la base degli oli vegetali per scopi alimentari ed industriali
- hanno generalmente un elevato contenuto di proteine ma non di amido

Gli acidi grassi dei trigliceridi

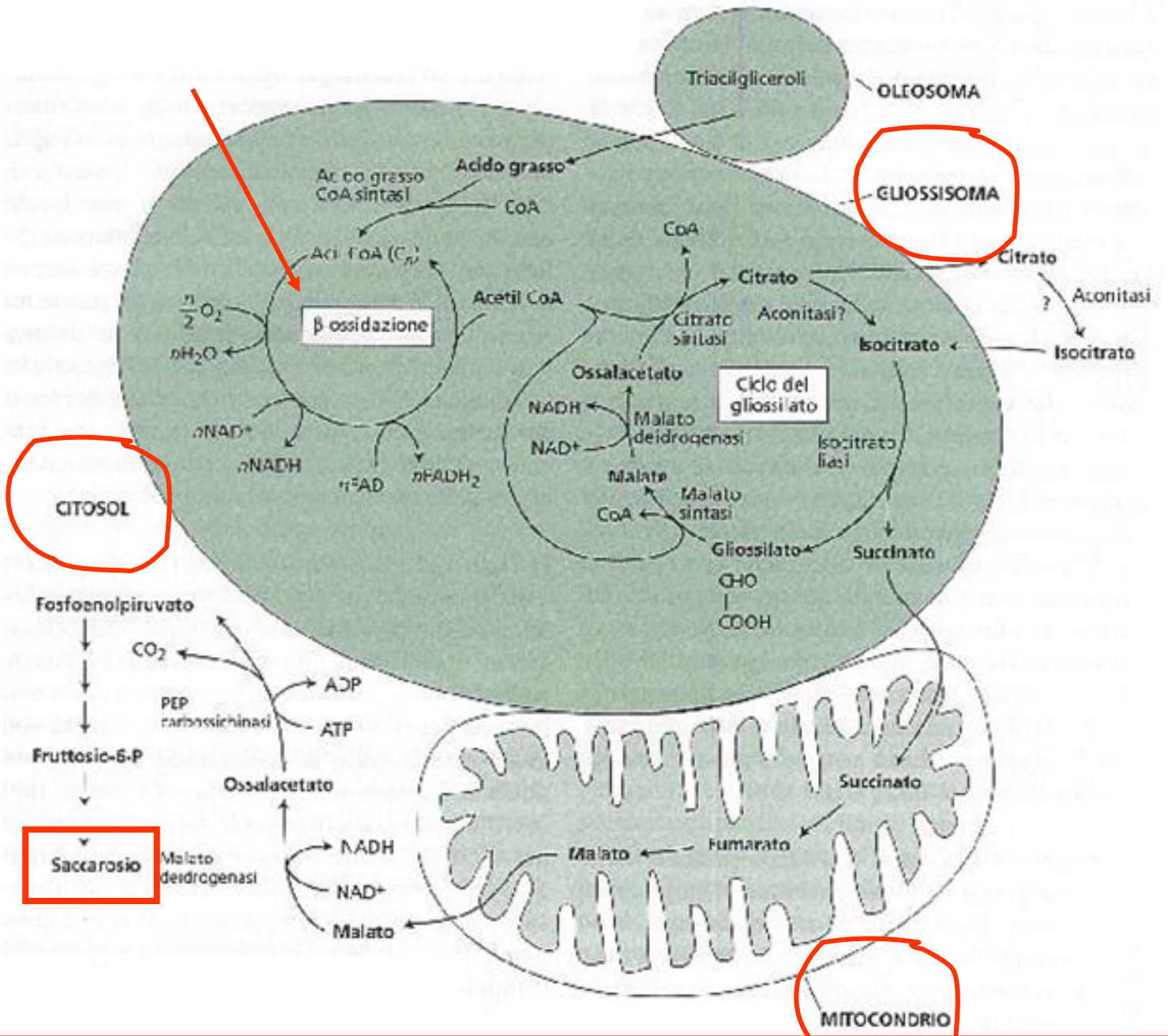
più noti sono l'acido palmitico (acido grasso saturo) l'oleico ed il linoleico (acidi grassi insaturi)

Ciclo glicolico e
gluconeogenesi

Riserve lipidiche



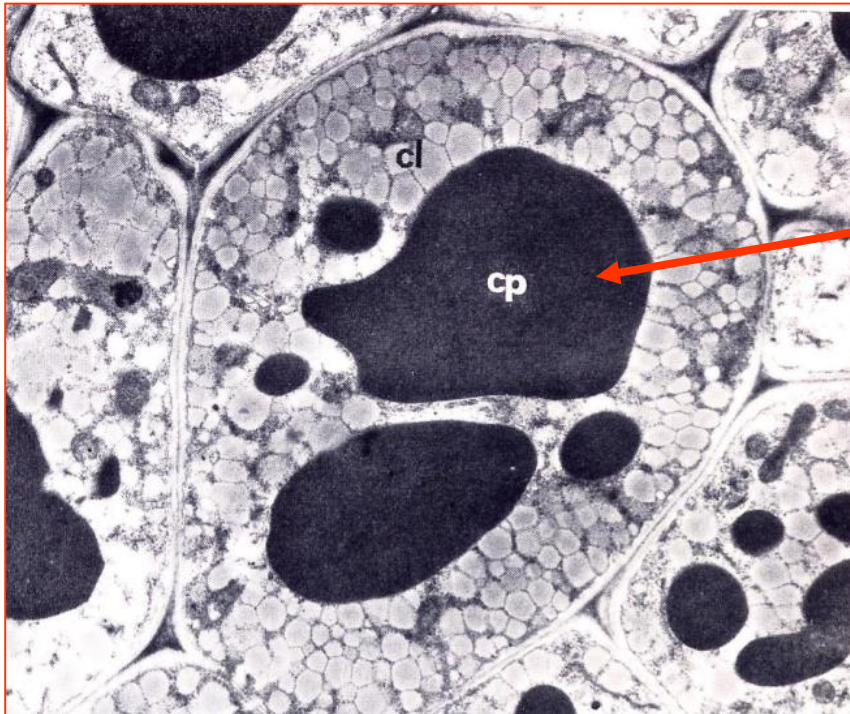
carboidrati



Riserve proteica

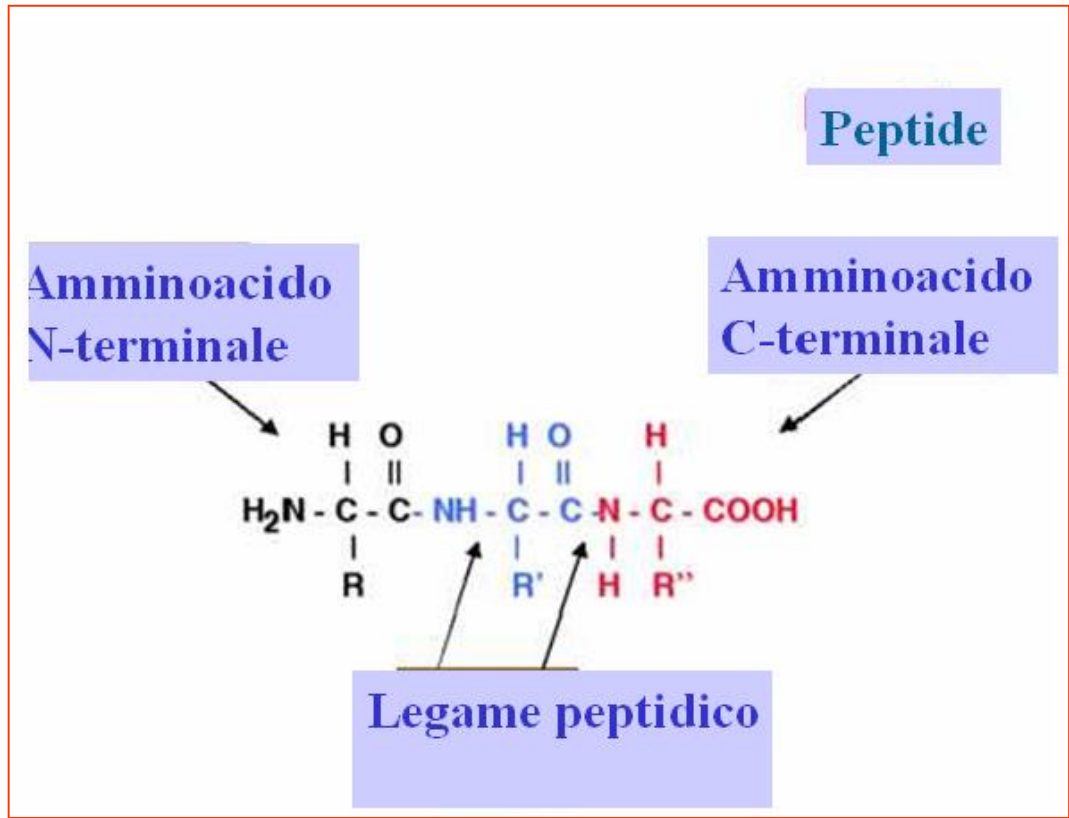
Sono suddivise in base alla loro solubilità:

1. **Albumine**, solubili in H₂O a pH neutro o debolmente acido
2. **Globuline**, solubili in soluzioni saline
3. **Prolammine**, solubili in etanolo
4. **Gluteline**, solubili in alcali o acidi forti



Le riserve proteiche sono contenute nei **corpi proteici**, organelli delimitati da singola membrana.

Endopeptidasi:
idrolizzano i legami
peptidici interni ed
originano
oligopeptidi



Carbossipeptidasi: attaccano
il legame peptidico dalla
parte del carbossile terminale

Amminopeptidasi: attaccano
il legame peptidico dalla
parte dell' ammina terminale

Originano
amminoacidi liberi

LO SVILUPPO DELLA PIANTA. IL SUO COMPORTAMENTO

