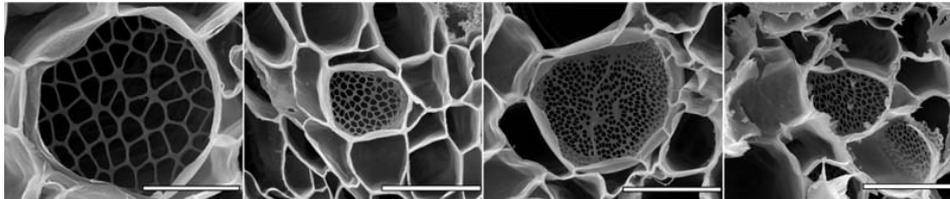
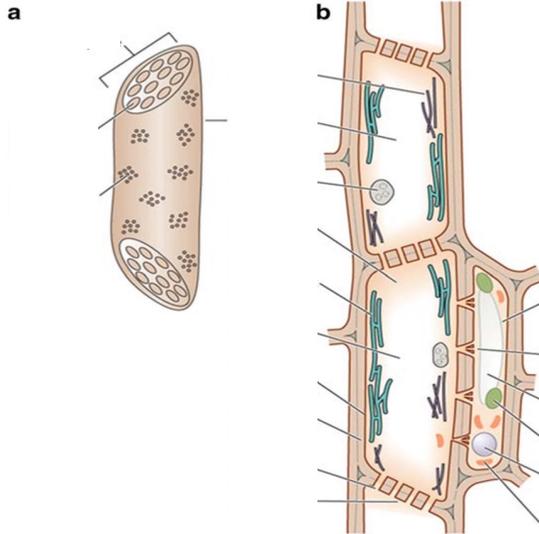


Il traslocazione degli zuccheri e il loro metabolismo (respirazione)



Alla fine di questa lezione, dovrete essere capaci di:

- Spiegare il meccanismo di trasporto dello zucchero nel floema per quanto riguarda i cambiamenti in potenziale idrico e potenziale osmotico
- Descrivere la direzione in cui scorrono gli zuccheri, e fornire esempi di tessuti 'source' e 'sink'
- Descrivere lo scopo generale di respirazione e la sua relazione con la fotosintesi
- Elencare i diversi tipi di respirazione con i loro prodotti e substrati e la posizione di attività all'interno della cellula
- **Lecture consigliate a Mauseth: Capitolo 10**

Una breve rassegna dell'anatomia e della funzione del floema

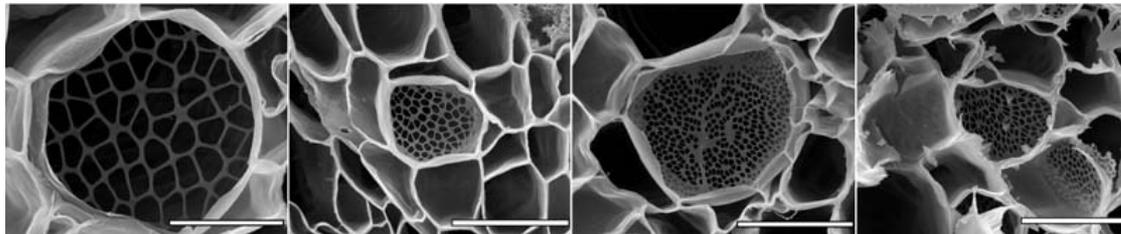
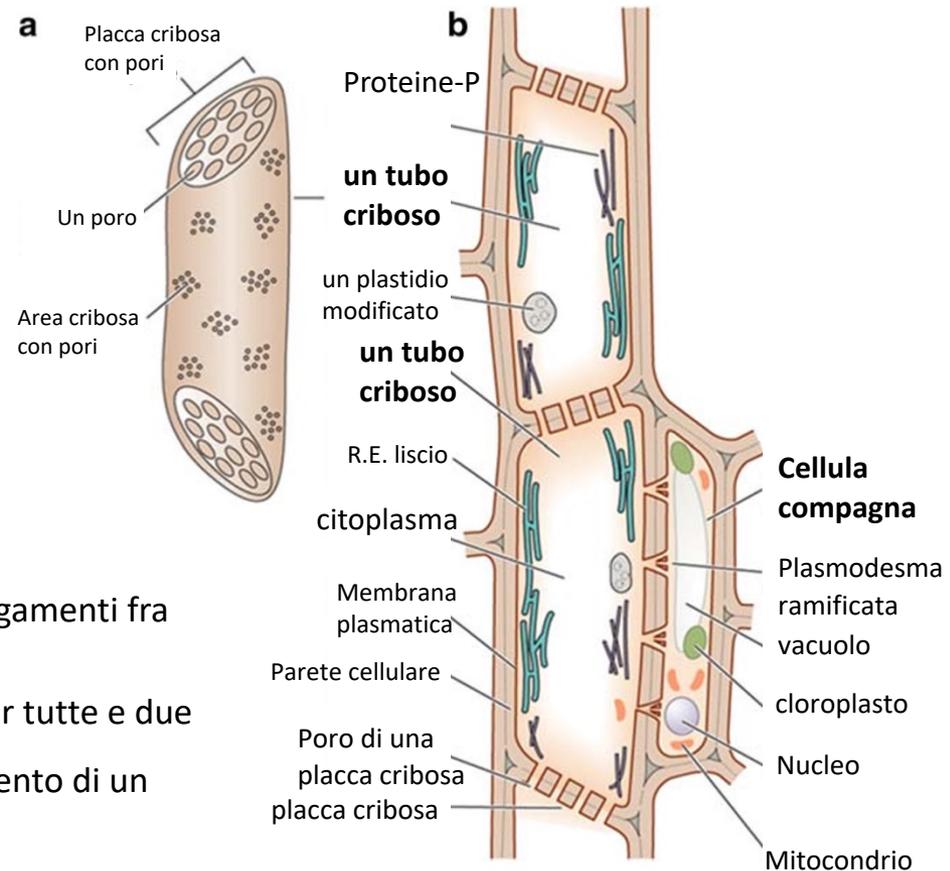
- Il floema è la parte del sistema vascolare responsabile del trasporto a lunga distanza dei carboidrati (saccarosio) nelle piante

- Il floema è complesso:

- Rispetto alle cellule xilematiche, le cellule cribose sono vive alla maturità;
- Consiste di due tipi di cellule, tutte e due senza nucleo a maturità:
 - ❖ I tubi cribosi (o cellule cribose nelle gimnosperme; più semplificate)
 - ❖ Cellule compagne (o cellule albumose nelle gimnosperme)

- **Caratteristiche speciali**

- Plasmodesmi ramificate (i plasmodesmi sono i collegamenti fra le cellule, una membrana plasmatica in comune)
- Le cellule compagne fornisce i nuclei e i ribosomi per tutte e due
- Le proteine-P: un proteina che crea un tappo nel evento di un danno per bloccare il flusso (assente nei coniferi)



Placca cribosa con pori

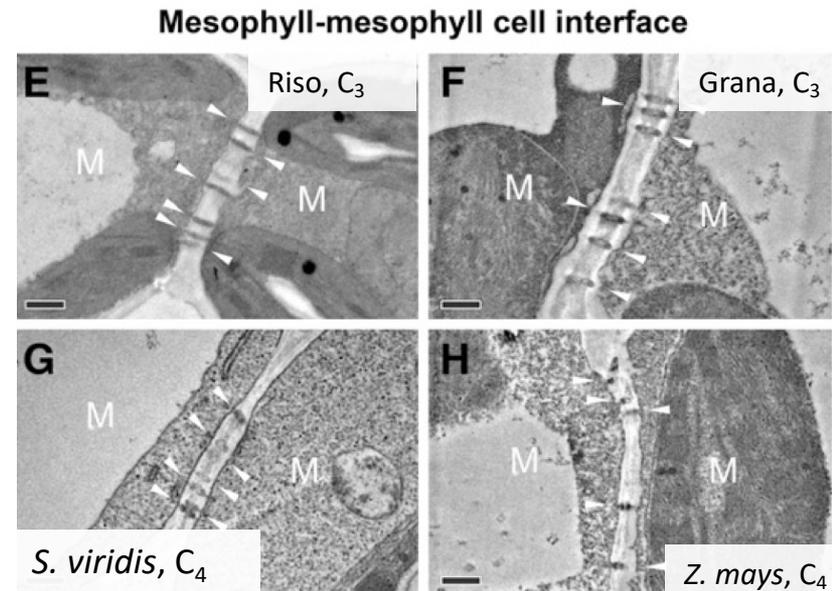
From Mullendore et al. (2010) Sieve tube geometry in relation to phloem flow. Plant Cell 22, 579-593. Copyright American Society of Plant Biologists

Vie di traslocazione

1. Trasporto a breve distanza di saccarosio dalle cellule del mesofillo sorgente ai tessuti vascolari

Diffusione del saccarosio attraverso i plasmodesmi che collegano il citoplasma delle cellule del mesofillo adiacenti

Plasmodesmi sono punti di comunicazione fra le cellule, che attraversano le pareti, e contengono materiale citoplasmatico



Transmission Electron Micrographs dei plasmodesmi fra le cellule di mesofille in C₃ e C₄ specie

2. Trasporto a lunga distanza nel floema

Il floema facilita il movimento del saccarosio prodotto nel citosol delle cellule 'source' verso regioni delle piante che non sono fotosinteticamente attive o non producono abbastanza per soddisfare i loro requisiti energetici, i tessuti 'sink'

La fase iniziale è un processo attivo, che consuma energia e richiede lo sviluppo di gradienti elettrochimici e di pressione nel tessuto vascolare

Direzione di traslocazione: Dai sorgenti ai pozzi

Il saccarosio viene traslocato dai sorgenti ai pozzi, seguendo un gradiente di concentrazione

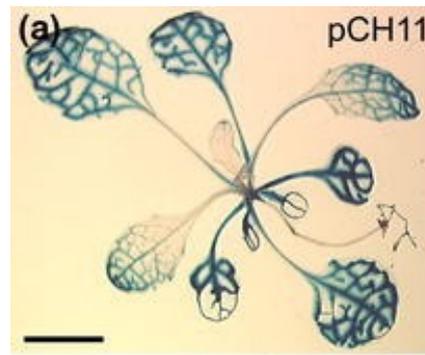
'Source' (sorgenti) sono tessuti o cellule con una scorta di saccarosio, in abbondanza del loro requisiti energetici



I 'sink' (pozzi) sono tessuti o cellule che non stanno producendo abbastanza energia per il loro metabolismo o crescita, o funzionano come un organo di riserva



I sorgenti ed i pozzi possono cambiare durante la stagione; per esempio, le foglie mature sono i sorgenti in estate, ma in inverno e primavera, le radici sono i sorgenti per le nuove foglie (i nuovi pozzi)



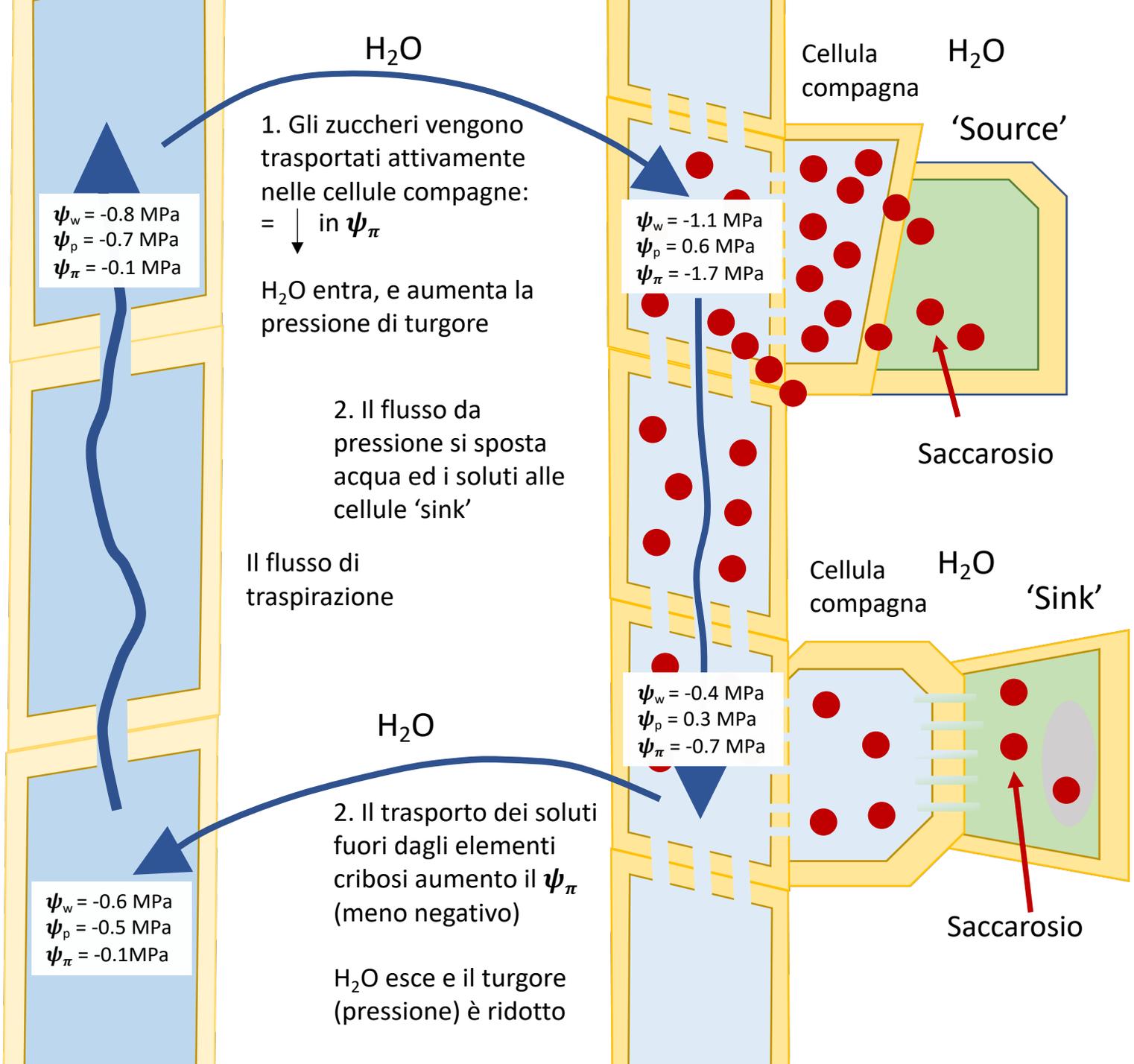
Esempio: transizione fra pozzo a sorgente; il colore più scuro significa una sorgente

Schneiderei et al., 2008



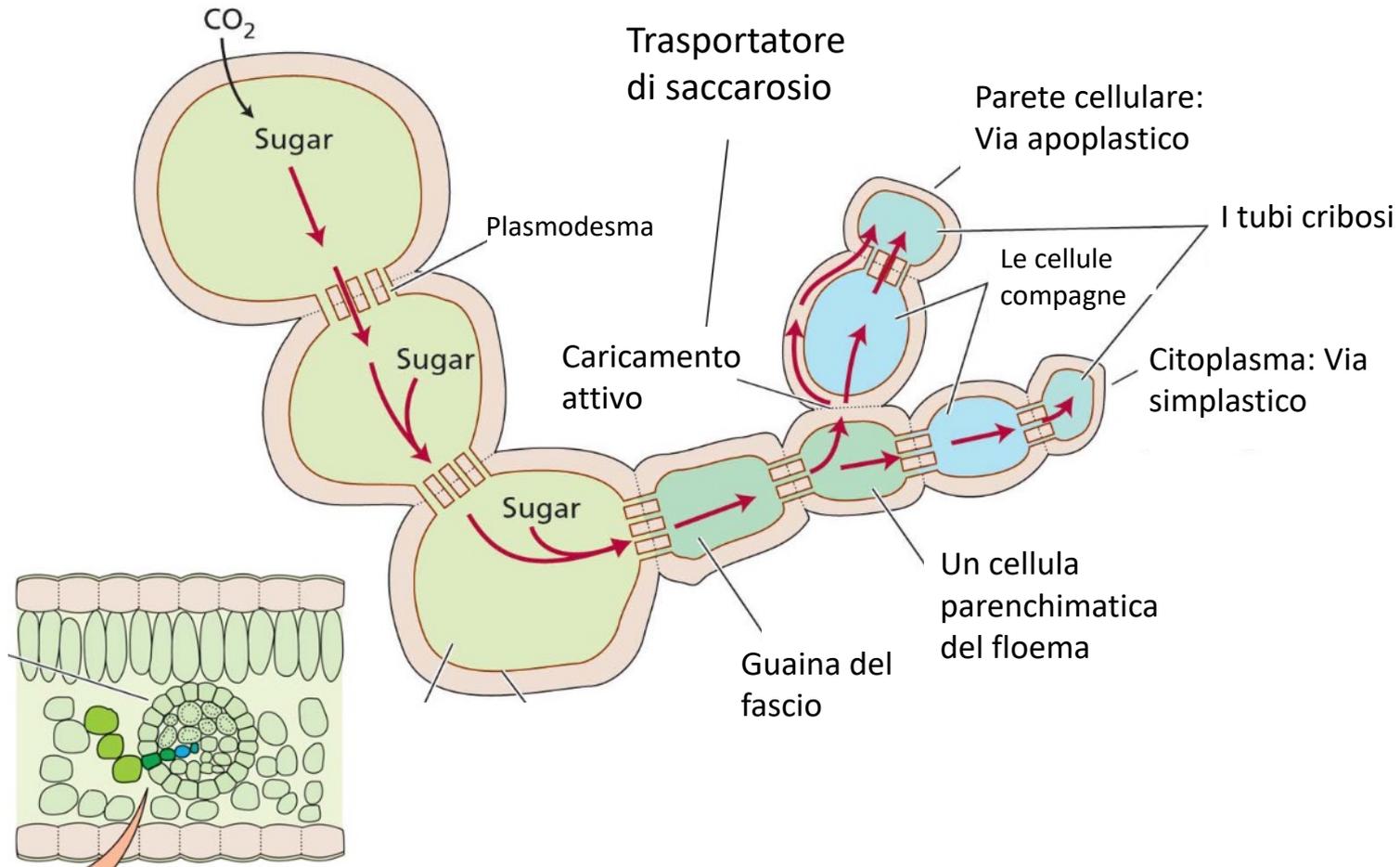
Unripe Beans
Puusterke
[CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Il modello di flusso di massa: il traslocazione di saccarosio nel floema



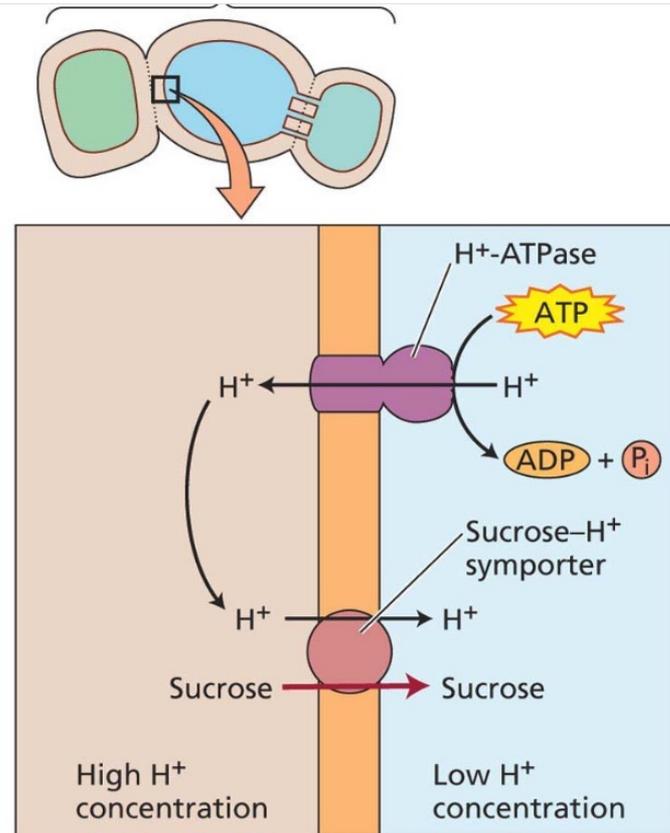
Il trasporto a lunga distanza: Il caricamento del floema

Il caricamento del floema può avvenire attraverso **la via simplastica** (attraverso i plasmodesmi) o attraverso **la via apoplastica**, che richiede un trasporto attivo (un trasportatore di saccarosio)



Il trasporto a lunga distanza: Il caricamento attivo del floema

Il complesso del tubo criboso e la cellula compagna



Esiste un saccarosio- H^+ symporter per trasportare il saccarosio nel tubo criboso. Per fare ciò, deve essere stabilito un gradiente elettrochimico: ATPasi!

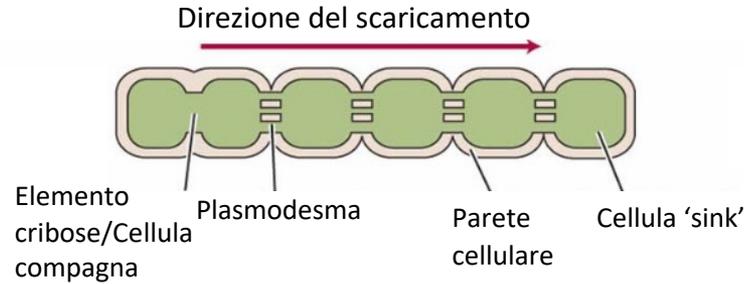
Con l'energia in ATP, quest'enzima pompa i protoni contro il gradiente di concentrazione

La concentrazione di H^+ diventa più alto

Al interna del elemento criboso, la concentrazione di H^+ è più basso e favorisce il trasporto del saccarosio e H^+ insieme nei elementi cribosi.

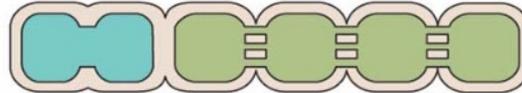
Il trasporto a lunga distanza: Il scaricamento del floema ai 'sinks'

A) Scaricamento via simplastica e trasporto a breve distanza



Più comune

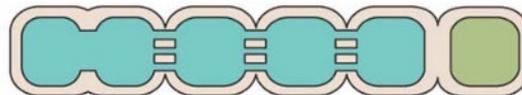
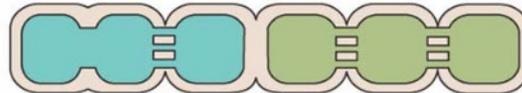
Type I



Il trasporto è simplastica subito dopo aver uscita dalla cellula compagna

B) Scaricamento via apoplastica

Type II



Qui il scaricamento è simplastica ma il percorso del saccarosio cambia alla via apoplastica più vicino ai si

Nei semi

Durante l'espansione, le foglie passano gradualmente dal 'sink' alla 'source'

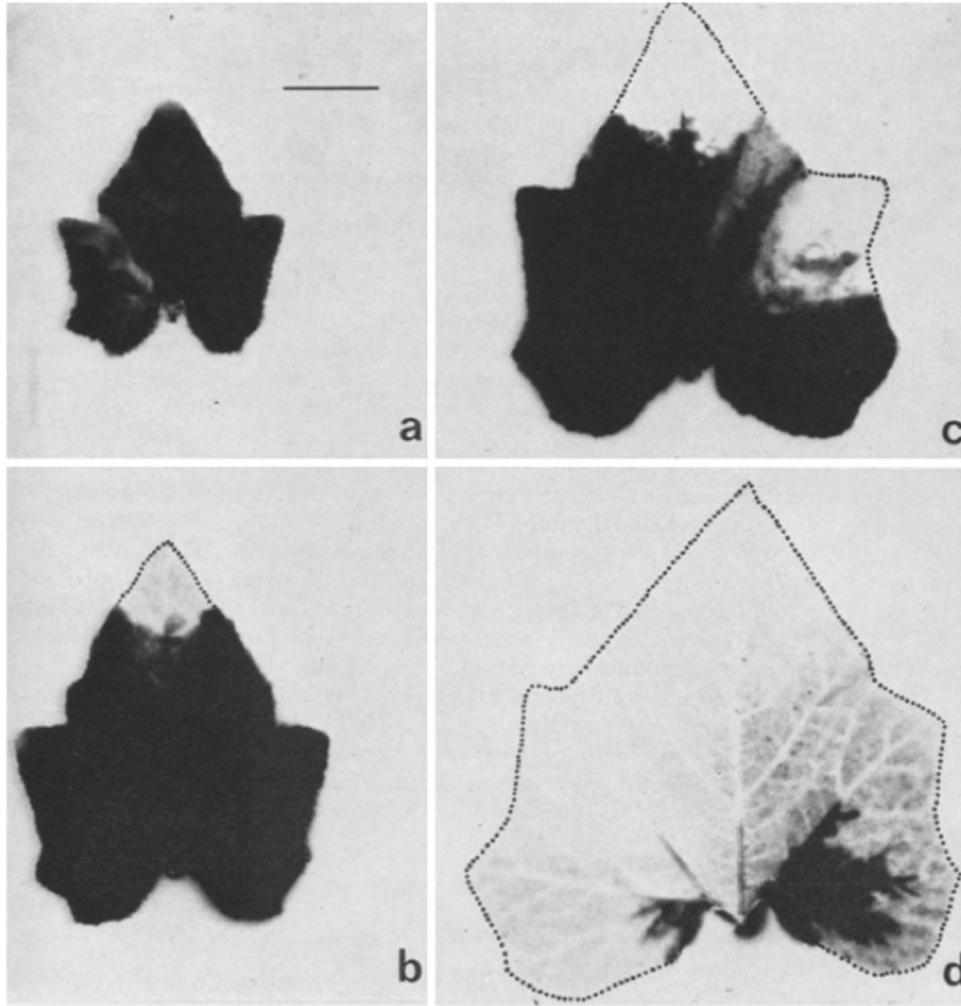


Fig. 1a—d. Autoradiographs of lamina 5 of four *Cucurbita pepo* plants which imported ^{14}C from leaf 3 for 2 h. Leaf ages were: a, LPI 0.2; b, LPI 0.4; c, LPI 0.8; d, LPI 1.1. Scale = 2 cm; all photographs are the same magnification

- Un gruppo in 1973 hanno visualizzata la transizione da sink a source con C^{14} -labeling (Turgeon e Webb)
- Inizia quando una foglia è in genere espansa del 25%
- La transizione segue un modello da punta a basi (uguale all'espansione della cella); le prime cellule di source sono al apice
- Sono coinvolte le principali vene vascolari, non le vene minori
- Lo scarico è ridotto dalla chiusura dei plasmodesmi e dalla loro frequenza

Pausa
10 minuti

Che cos'è respirazione cellulare?

Definizione: Il rilascio di energia immagazzinata nei composti del carbonio prodotti dalla fotosintesi e la conservazione dell'energia liberata in nuove molecole di ATP

è essenzialmente il contrario della fotosintesi:



con l'ossigeno come accettore di elettroni finale

Cosa va dentro:

- saccarosio (12C): glucosio e fruttosio
 - glucosio (6)
 - i triosi fosfati (3C direttamente dal ciclo Calvin-Benson)
 - Ossigeno: accettore di elettroni
- Questi 2 devono essere scomposti e fosforilati per continuare come trioso fosfato

I prodotti di respirazione cellulare

- ATP
- H_2O
- Diversi prodotti intermedi dal ciclo di Krebs e glicolisi possono essere usati nella sintesi di amminoacidi, acidi grassi, lipidi, zuccheri della parete

Ci sono diversi tipi di respirazione cellulare:

1. **Respirazione aerobica:** Proventi in presenza di ossigeno

- Glicolisi: produce acidi organici che entrano nel ciclo di Krebs
- Il ciclo di Krebs: Riduzione di NAD^+ e FAD
- Fosforilazione ossidativa: Produzione di ATP

2. **La via del pentoso fosfati:** Rilascia CO_2 e riduce NADP

3. **La respirazione dei lipidi:** comune fra i semi oleosi (ricino e soya) che usano i lipidi come una riserva di energia; principalmente i trigliceridi

4. **La respirazione anaerobica:** Proventi in assenza di ossigeno; il ciclo di Krebs e il fosforilazione ossidativa sono inibiti; il accettore di elettroni è piruvato

Per tutti e quattro questi tipi di respirazione vedremo:

- Quali sono i substrati coinvolti
- Dove nella cellula si verifica
- Quali sono i prodotti finali

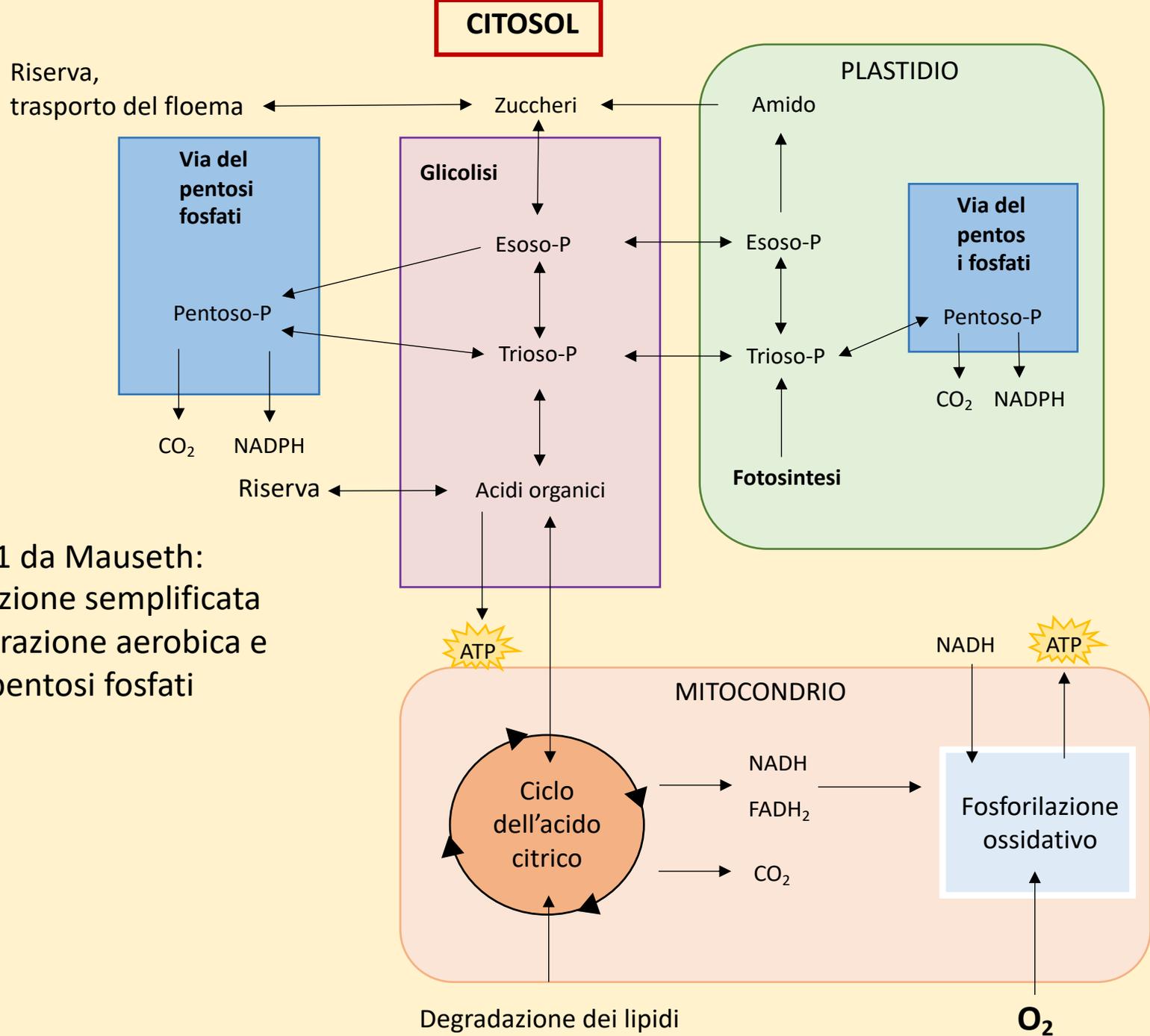


Figura 11.1 da Mauseth:
 Un'illustrazione semplificata
 della respirazione aerobica e
 la via del pentosi fosfati

1. Respirazione aerobica: Glicolisi

(dal greco *glycos* (dolce) e *lysis* (rompere))

- **I substrati coinvolti:**

- ❖ Zuccheri (saccarosio, 12 C)

- ❖ Glucosio (esoso, 6 C)

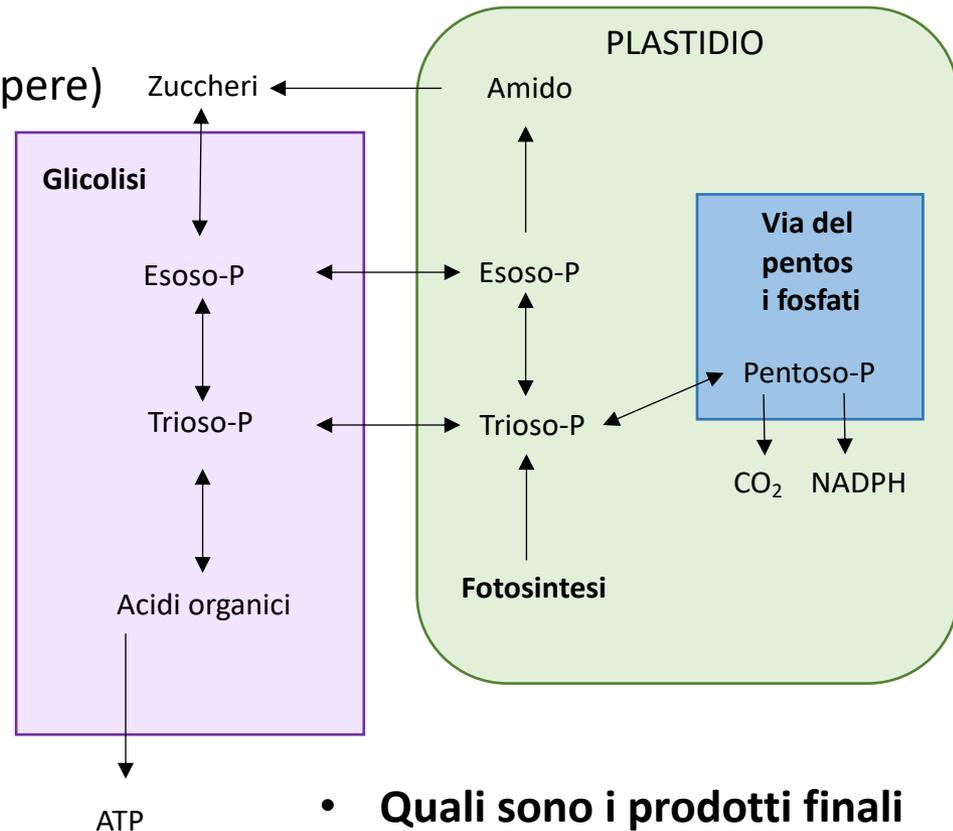
- ❖ Trioso – P

- Da gliceraldeide-3-fosfato al fine del ciclo di Calvin-Benson

- ❖ Per arrivare al Trioso-P dagli altri substrati, consuma ATP; ma produce ATP come un prodotti negli subsequenti reazione

- **Dove nella cellula si verifica**

Tutte le reazionee di glicolisi si verifica nel **citoso** delle cellule



- **Quali sono i prodotti finali**

Una seria di 10 reazionee

- Riduzione di NAD^+ a NADH (questo viene usato nella formazione di malato da ossalacetato)

- **ATP**

- **Acido piruvico**; entra nel ciclo di Krebs

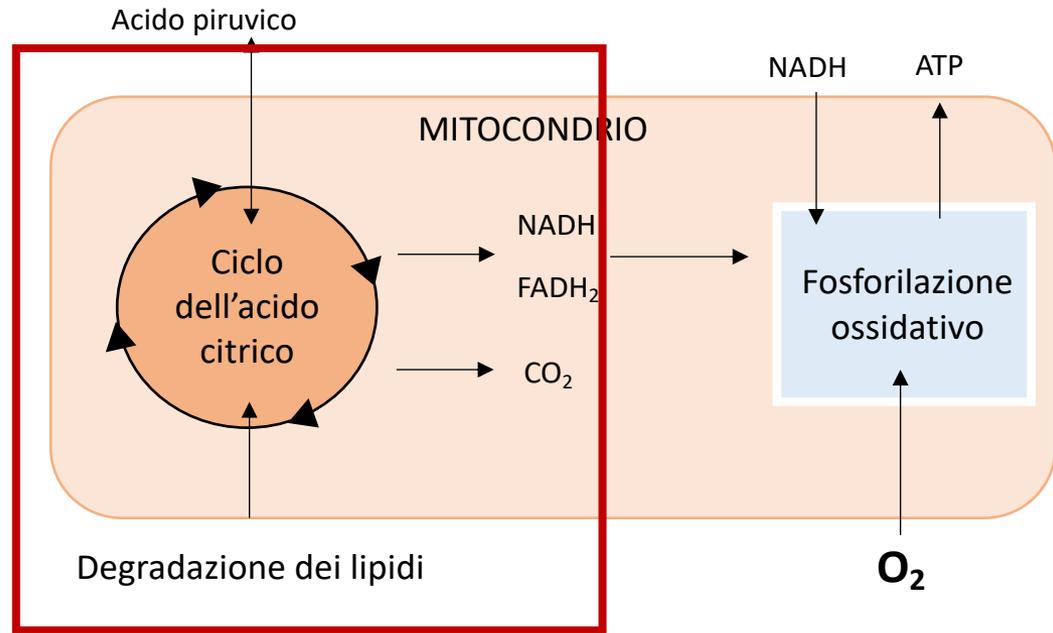
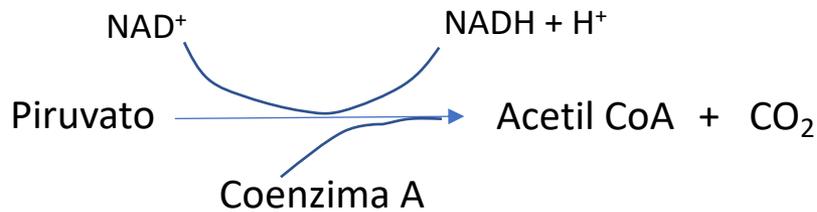
1. Respirazione aerobica: Ciclo dell'acido citrico

- 'Il ciclo di Krebs' (Hans Krebs)

- **I substrati coinvolti:**

- ❖ Acido piruvico, che viene dal glicolisi

Prima di entrare nel ciclo di Krebs, viene decarbossilato e ossidato a AcetilCoA:



- ❖ Ossalacetato (4C); viene rigenerato nel ciclo

- **Dove nella cellula si verifica**

Tutte le reazioni del ciclo di Krebs si verificano nel mitocondrio delle cellule

- **Quali sono i prodotti finali**

Una serie di ossidazioni e la riduzione dei coenzimi NAD⁺ e FAD nell'assenza di ossigeno

- CO₂
- NADH e FADH₂
- Una molecola di ATP

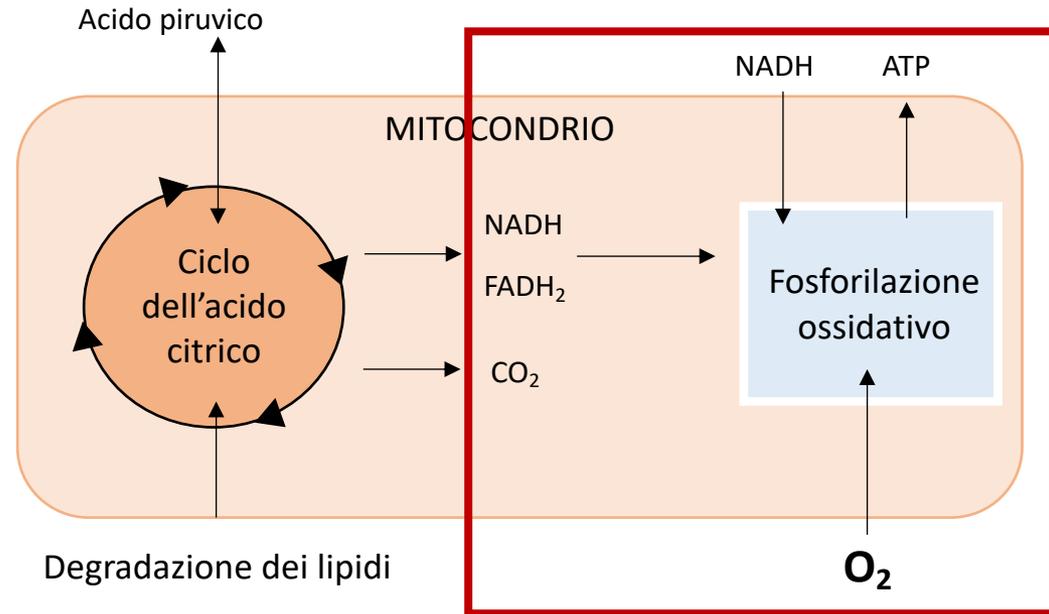
1. Respirazione aerobica: Fosforilazione ossidativo

- **I substrati coinvolti:**
 - ❖ NADH e FADH₂ i coenzimi ridotti che vengono prodotti nel ciclo di Krebs
 - ❖ Una serie dei trasportatori di elettroni come citocromo
 - ❖ Ossigeno

Una catena di trasportatori di elettroni che creano un gradiente protonico all'interno della membrana mitocondriale

- **Dove nella cellula si verifica**

Attraverso la membrana mitocondriale



- **Quali sono i prodotti finali**

Una serie di ossidazioni e la riduzione dei coenzimi NADH e FADH₂ in presenza di ossigeno

- **ATP (totale 60 ATP da una molecola di saccarosio)**
- **H₂O** dalla riduzione di O₂

2. La via pentoso fosfati

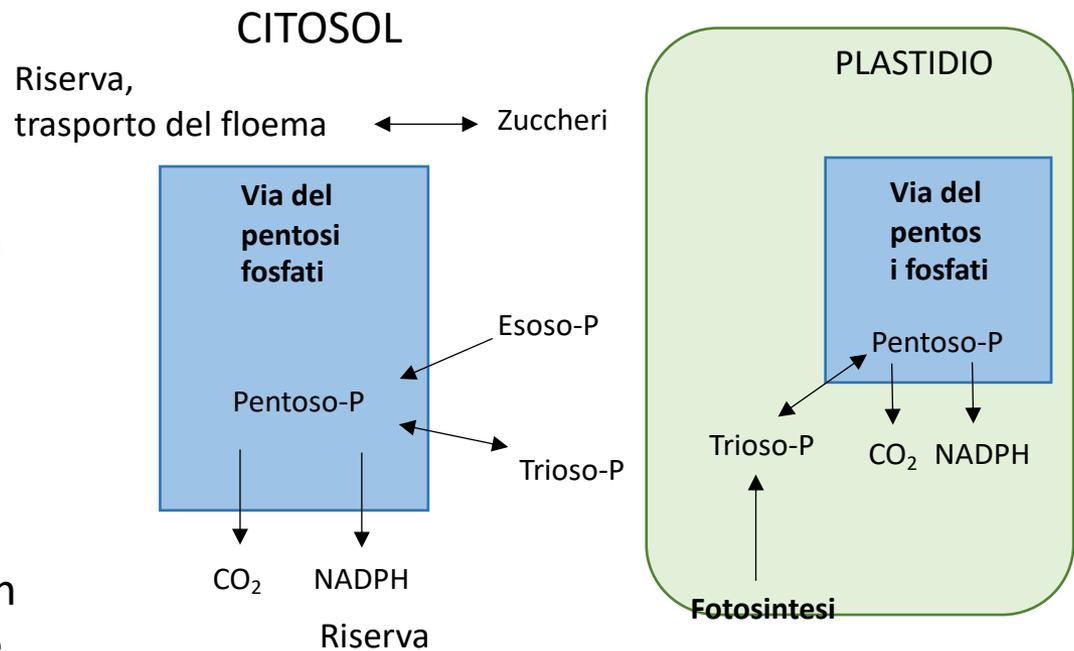
- **I substrati coinvolti:**

- ❖ **Glucosio 6-fosfato** (dal glicolisi)
- ❖ **Trioso-fosfato** (dal fotosintesi e glicolisi)

Questa via trasforma glucosio in due zuccheri diversi (eritrosio e ribosio) che vengono usato nella produzione di vari composti fenolici ed i pigmenti (antociani)

- **Dove nella cellula si verifica**

Tutte le reazioni si verificano nel **citiosol** delle cellule e nei **cloroplasti** (nel fase di sviluppo e differenziamento, nelle cellule meristematiche)



- **Quali sono i prodotti finali**

- CO₂
- NADPH
- Eritrosio (4 atomi di carbonio)
- Ribosio (5 atomi di carbonio)

3. Respirazione dei lipidi

I lipidi sono un'importante forma di conservazione per tessuti come semi (soia, arachidi e cotone) e alcuni frutti (olive e avocado)

Conservati nei corpi oleosi; piccoli organelli

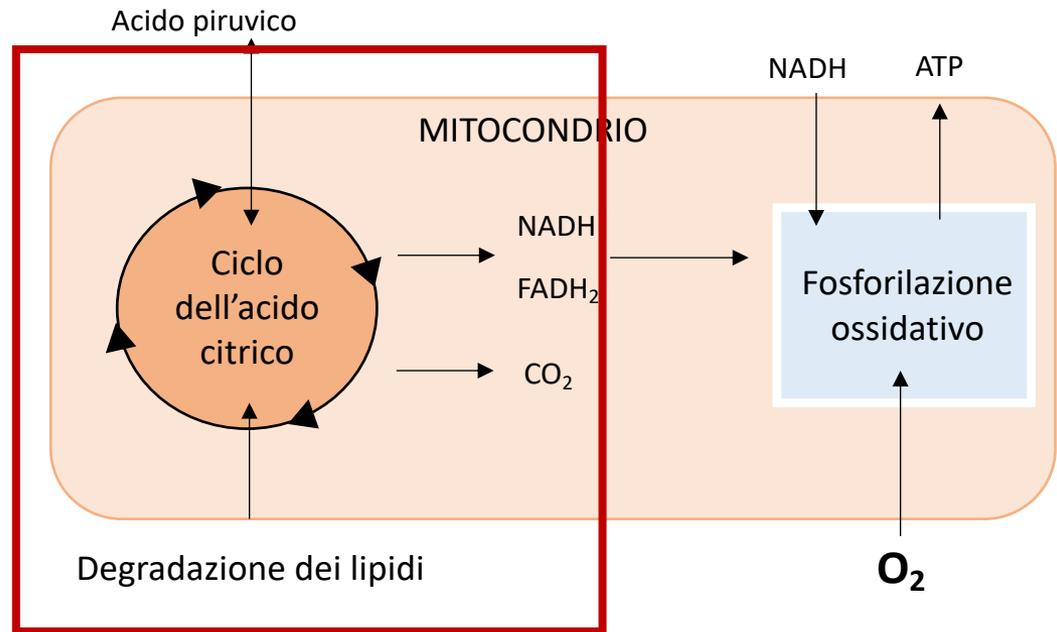
- **I substrati coinvolti:**

- ❖ Trigliceridi
- ❖ ATP

I lipidi vengono degradati prima di entrare nei mitocondri come succinato ed uscire come malato

- **Dove nella cellula si verifica**

- La prima degradazione si verifica nel glicosoma, un perossisoma specificato per la degradazione dei lipidi;
- La seconda si verifica nel mitocondrio, dove il succinato è convertito a malato



- **Quali sono i prodotti finali**

- Nel citosol, il malato entra **gluconeogenesi** e forma i carboidrati
- Esosi (6C)
- FADH₂ nel mitocondria
- NADH nel glicosoma e nel citosol

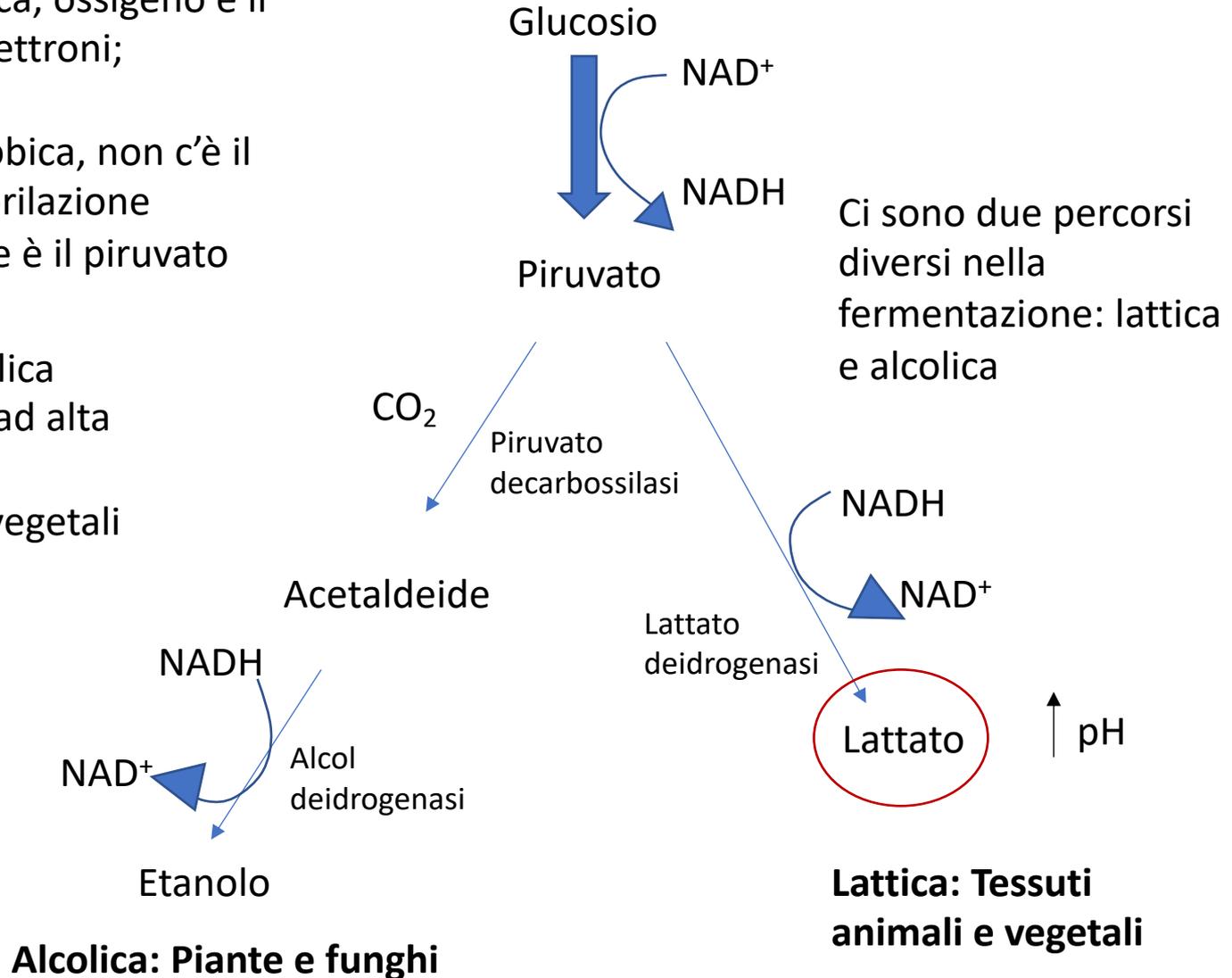
4. Respirazione anaerobica – Respirazione in assenza di ossigeno: la fermentazione

In respirazione aerobica, ossigeno è il accettore finale dei elettroni;

In respirazione anaerobica, non c'è il ciclo di Krebs o il fosforilazione ossidativa; l'acetatore è il piruvato

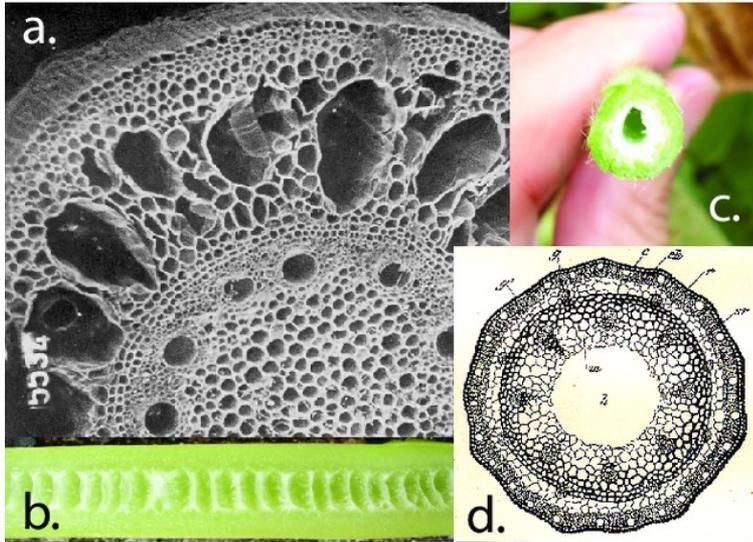
La fermentazione alcolica produce etanolo, che ad alta concentrazione, può danneggiare i tessuti vegetali

In alcune piante, l'accumulo di etanolo e la morte cellulare che risulta, è una adattamento ai condizioni anossica (paludi, acqua stagnanti)



Esempi di adattamenti derivanti dall'accumulo di etanolo

Aerenchima



Goriely et al., 2010 Europhysics Letters 91

(a)



Lenticelle:
nel sughero;
favorisce la
diffusione di
ossigeno



Pneumatofori:
radici che mostrano
una risposta
negativa a gravità

Photo: Francisco Flores-de-Santiago

(a)