

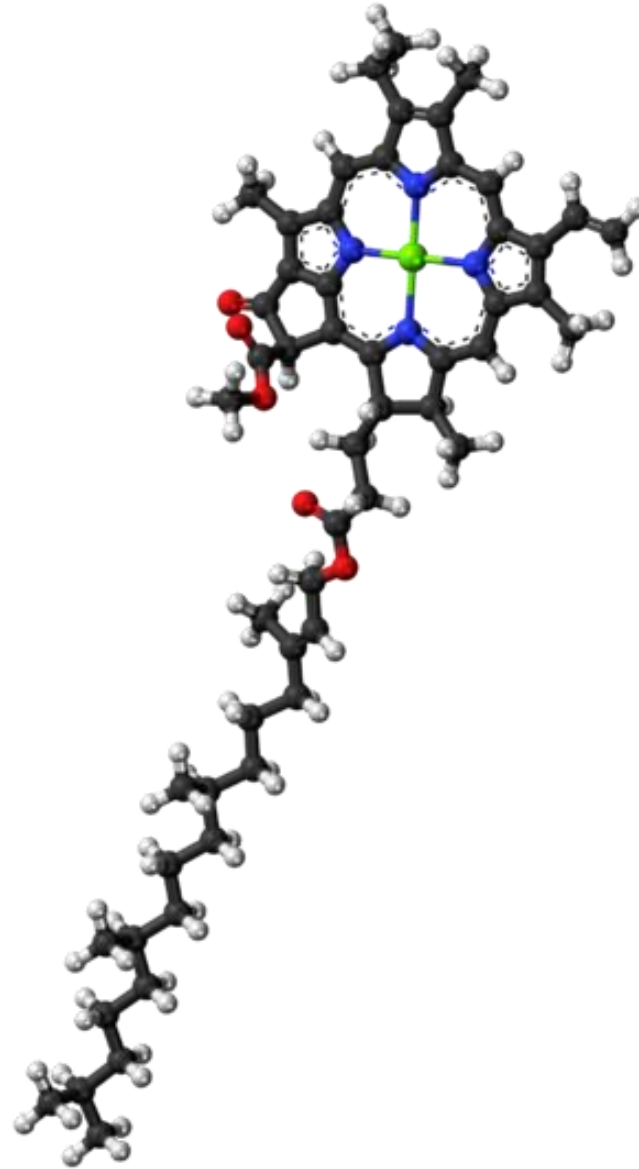
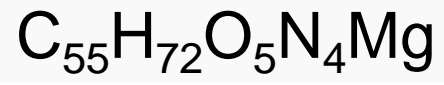
La fisiologia

- Studiare la fisiologia significa comprendere come funziona la pianta (quali sono e come avvengono i processi specifici (fotosintesi) e comuni ad altri organismi viventi (respirazione, nutrizione).

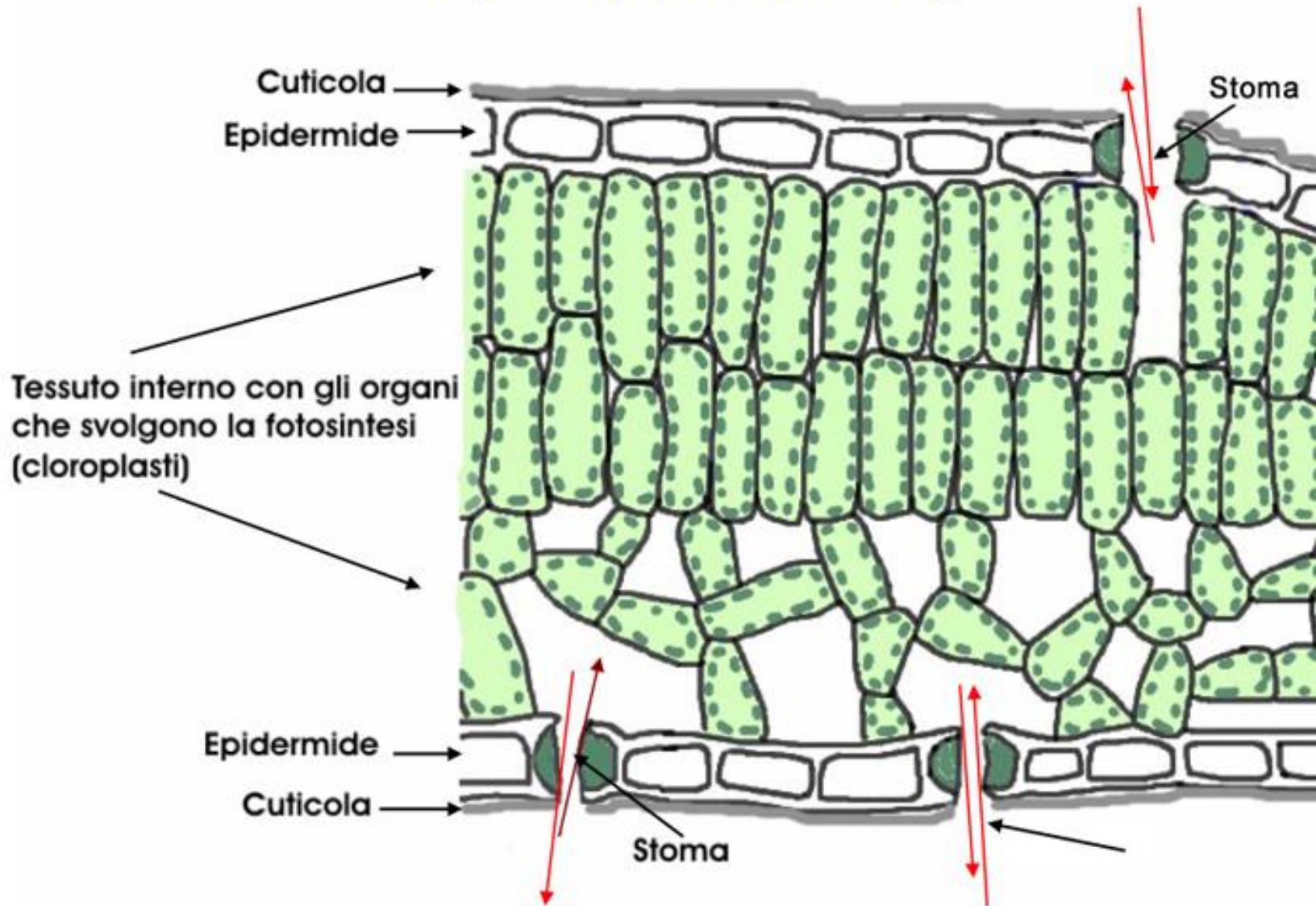
La fotosintesi

- E' il processo esclusivo delle piante verdi che consente la vita degli animali e dell'uomo sulla terra.
- Avviene all'interno di organuli detti cloroplasti che contengono la clorofilla
- Si realizza in due fasi: quella luminosa e quella in assenza di luce (Ciclo di Calvin)

La clorofilla



Pagina superiore di una foglia



Pagina inferiore di una foglia

La fotosintesi

La fase luminosa avviene sulla membrana del cloroplasto :

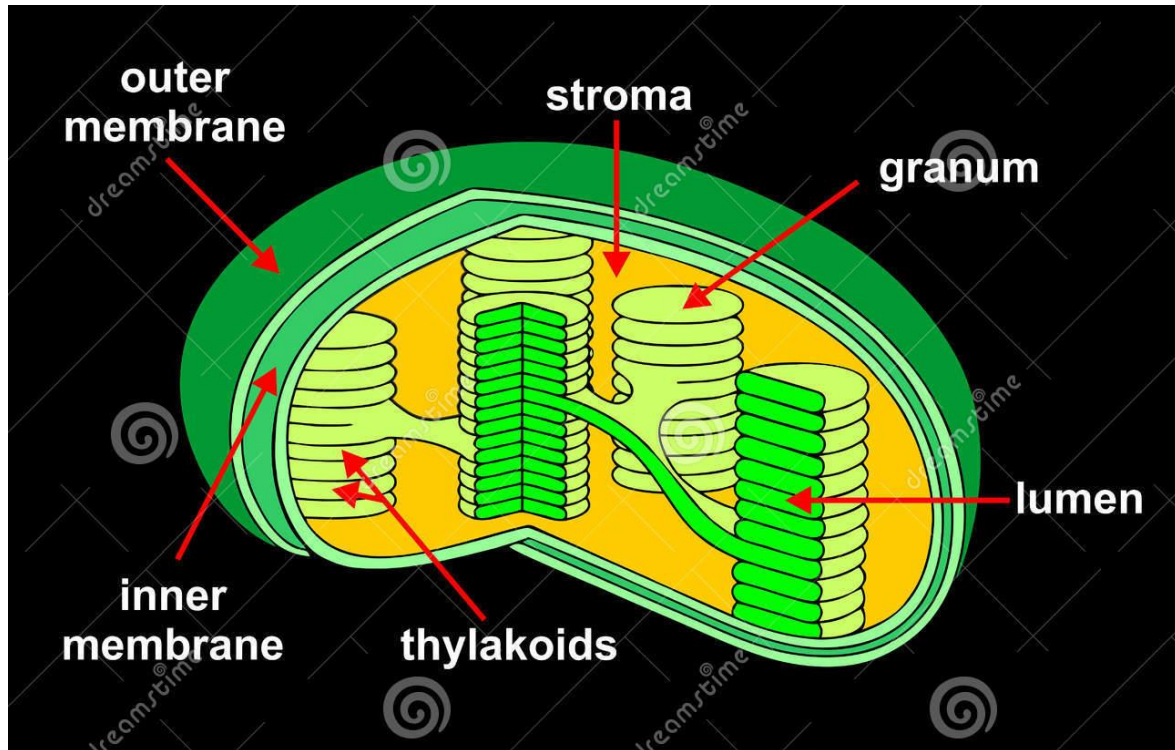
- 1- la fotolisi dell'acqua: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- + \text{O}_2$ che viene espulso dalla pianta come scoria
- 2- la molecola di clorofilla eccitata dalla luce (fotoni) fa compiere un salto energetico agli elettroni che passano ad un orbitale superiore; ricadendo forniscono energia per la produzione di ATP (adenosinatrifosfato) a partire dall'ADP (adenosinadifosfato)
- 3- Con i protoni avviene la riduzione del NADP^+ in NADPH (enzima che serve a ridurre il carbonio nel ciclo di Calvin o fase oscura (Melvin Calvin biochimico statunitense premio Nobel 1961 per gli studi sulla fotosintesi).

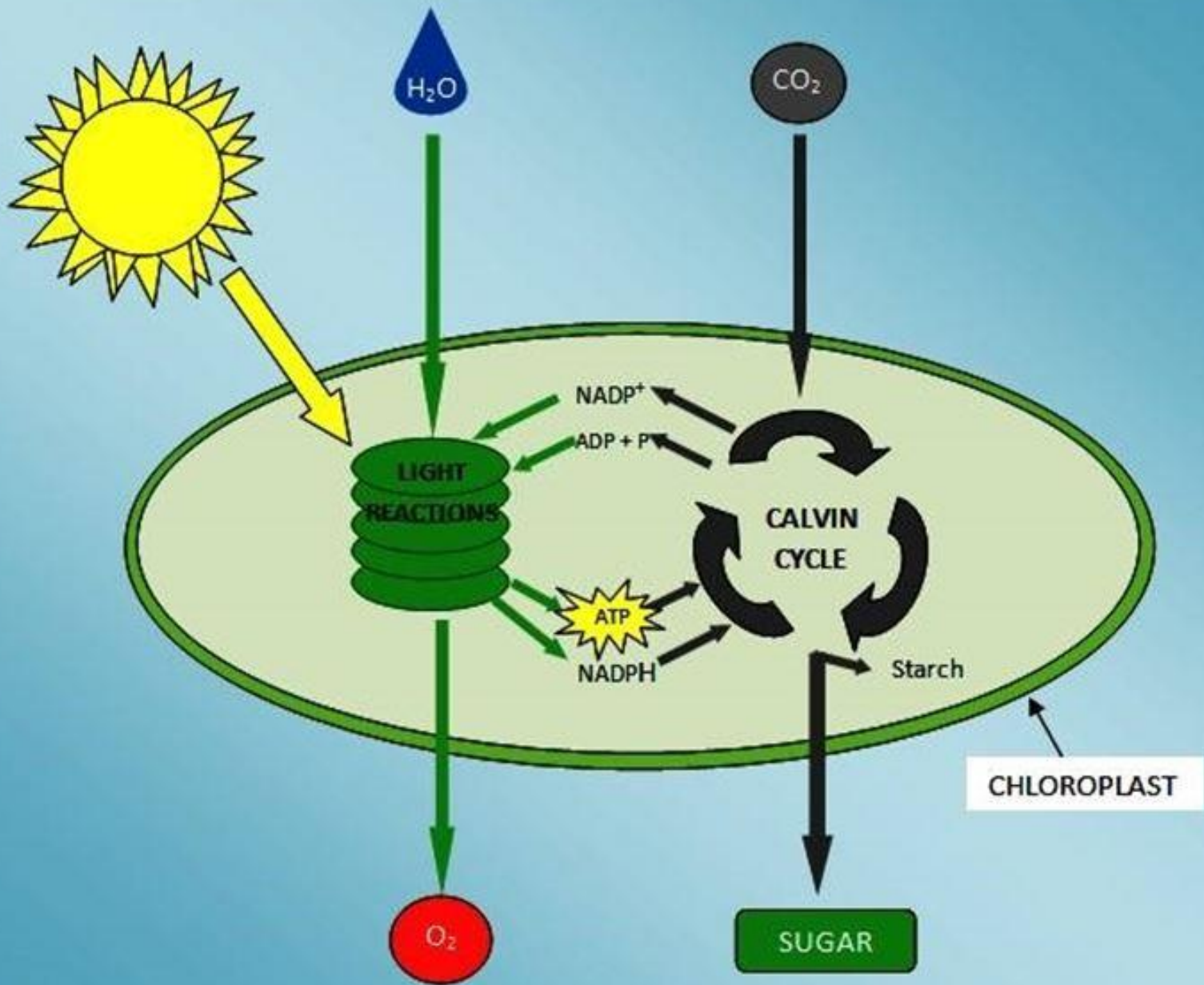
In sintesi nella fase luminosa viene liberato ossigeno e vengono prodotte molecole di ATP e NADPH.

Fase oscura o di Calvin

- Avviene nello stroma del cloroplasto non più nella membrana.
- La CO_2 reagisce in presenza dell'enzima rubisco con il ribulosiodifosfato, uno zucchero a 5 atomi di carbonio, per formare due molecole a tre atomi di carbonio: l'acido fosfoglicerico
- L'acido fosfoglicerico viene ridotto ad aldeide fosfoglicerica a spese dell'ATP e NADPH prodotti in precedenza e infine a glucosio
- La reazione della fase oscura è la seguente:
- $6\text{CO}_2 + 12 \text{NADPH} + 12 \text{H}^+ + 18 \text{ATP} \rightarrow 12 \text{NADP}^+ + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O}$

Schema di cloroplasto





La reazione finale della fotosintesi

- In sintesi la reazione bilanciata è la seguente

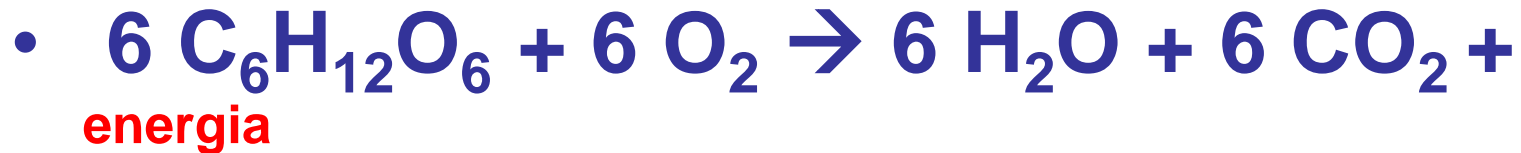


- Il glucosio viene utilizzato nel processo respiratorio per ottenere energia per i processi vitali della cellula mentre il surplus viene condensato in amido e cellulosa.

La respirazione

- E' un processo comune a tutti gli organismi pluricellulari sia vegetali che animali.
- Con il processo respiratorio la cellula ricava l'energia per compiere le sue funzioni vitali (nutrizione e crescita)

La reazione chimica del processo respiratorio



L'energia netta ottenuta è rappresentata dai legami chimici di 38 molecole di ATP (adenosina trifosfato $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_5\text{O}_{13}\text{P}_3$)

Il processo respiratorio è nella pratica la reazione inversa della fotosintesi

E' una reazione di combustione controllata dalla cellula e che si può suddividere in due parti: **glicolisi**, **ciclo di Krebs** e **catena respiratoria**.

Prima fase: la glicolisi

- Da una molecola di glucosio si liberano:
- 2 molecole di **acido piruvico** ($\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$) + 2 molecole di ATP e 2 molecole di NADPH_2 .
- Non viene consumato ossigeno in questa fase.
- Per attivare la reazione occorre consumare due molecole di ATP.
- Rispetto alla combustione completa del glucosio si libera soltanto il 20% dell'energia; la restante è nei legami dell'acido piruvico.
- La reazione avviene nel citoplasma degli organismi procarioti (es. batteri) ed eucarioti

Seconda fase: il ciclo di Krebs o dell'acido citrico

(Adolf Krebs, biochimico tedesco premio Nobel per la medicina nel 1953)

- Il ciclo si realizza all'interno dei mitocondri.
- Il ciclo si compone di una lunga serie di ossidoriduzioni operate da enzimi che a partire da 2 molecole di acido piruvico porta alla formazione di 8 molecole di NADPH_2 , 2 di FADH_2 , 2 di ATP e 6 di CO_2 .

La catena respiratoria

- Il NADPH_2 e il FADH_2 allo stato ridotto vengono ossidati così da recuperare energia sotto forma di 34 molecole di ATP.
- Aggiungendo le 4 molecole di ATP prodotte nella glicolisi e nel ciclo di Krebs si formano 38 ATP con un rendimento del 40%; il 60% è degradato a calore.
- E' in questa ultima fase che viene consumato l'ossigeno prelevato dall'aria e combinato con ioni idrogeno ed elettroni per formare acqua.



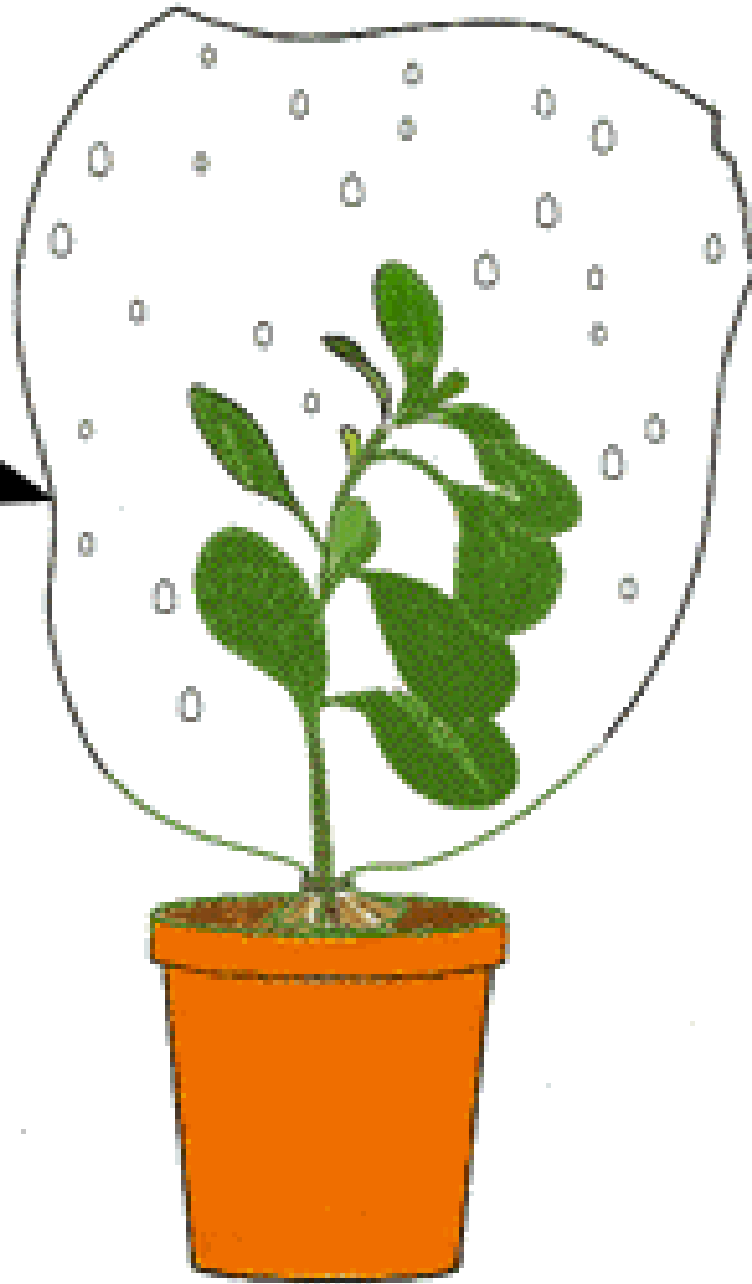
La traspirazione

- E' rappresentata dalla perdita di acqua allo stato di vapore.
- L' acqua abbandona la pianta prevalentemente attraverso gli stomi e si disperde nell'atmosfera dove l'umidità relativa è in media del 50%.
-

La traspirazione

- E' un processo indispensabile per:
- Disperdere l'eccesso di acqua assorbita dalle radici
- Fare salire l'acqua dal basso
- Regolare la temperatura dei tessuti esposti alla radiazione solare

**Plastic
bag**



L'assorbimento radicale

- Nella prima fase gli ioni devono raggiungere la superficie della giovane radice
- Nella seconda fase devono attraversare la parete cellulare
- Nella terza fase risalgono verso l'alto
- Molto importante ai fini della solubilità degli elementi nutritivi è il pH del terreno.

Gli elementi nutritivi

- Carbonio (C), Ossigeno (O) Idrogeno (H)
macroelementi
- Azoto (N), Fosforo (P), Potassio (K)
- Zolfo (S), Magnesio (Mg), Calcio (Ca)
microelementi
- Ferro (Fe), Rame(Cu), Manganese (Mn)
- Cobalto (Co), Zinco (Zn), Boro (B)

La concimazione della pianta da frutto

- **L'azoto stimola la crescita**
- **La fertirrigazione ha un effetto più rapido della concimazione “secca”, ma non la può sostituire del tutto**
- **La sostanza organica è il pilastro della fertilità!**
- **Attenzione alla concimazione delle piante in vaso e al trapianto!**

Fitormoni

- Sono composti organici che regolano le funzioni della pianta.
- Oltre che naturali le industrie chimiche ne sintetizzano di artificiali (fitoregolatori) che hanno svariato impiego in agricoltura e sono considerati dei fitofarmaci.

I fitoregolatori

(ovvero sostanze che prodotte in una parte della pianta migrano in altre a stimolare processi metabolici)

- **Citochinine** — stimolano la divisione cellulare
- **Auxine**- stimolano l'allungamento delle cellule, la dominanza apicale, la radicazione delle talee
- **Gibberelline**- stimolano l'allegagione e la crescita dei frutti
- **Acido abscissico**- induce la caduta delle foglie, la dormienza dei semi e delle gemme,
- **Etilene**- accelera la maturazione dei frutti e l'invecchiamento delle foglie.

Esempi di fitormoni: le citochinine

- Le citochinine sono prodotte nel meristema radicale posto agli apici.
- Stimolano la divisione cellulare
- Inibiscono la formazione delle radici
- Ritardano l'invecchiamento dei tessuti

Le auxine

- Stimolano la crescita e lo sviluppo della pianta e sono stati i primi fitormoni studiati
- Le auxine sono sintetizzate negli apici dei germogli
- Promuovono la formazione delle radici avventizie sul fusto

Fitormoni dell'invecchiamento

- Tra questi il più comune è l'etilene con un doppio legame tra carbonio e carbonio C_2H_4 .
- A fine Ottocento con l'illuminazione a gas delle strade ci si era accorti che le foglie dei viali illuminati perdevano precocemente le foglie a causa di questo gas.
- Altro fitoregolatore è l'acido abscissico che producono le foglie in autunno causandone la caduta.
- L'acido abscissico regola la dormienza dei semi impedendone la germinazione.

Tipologia di fitormoni sintetici in agricoltura

- Alleganti (a base di gibberelline) usati su pero
- Radicanti (a base di auxine) esempio acido naftalenacetico (ANA)
- Brachizzanti
- Maturanti che stimolano la produzione di etilene
- Anticascia
- Diradanti per il melo