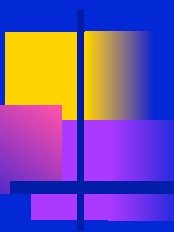


# FOTOSINTESI

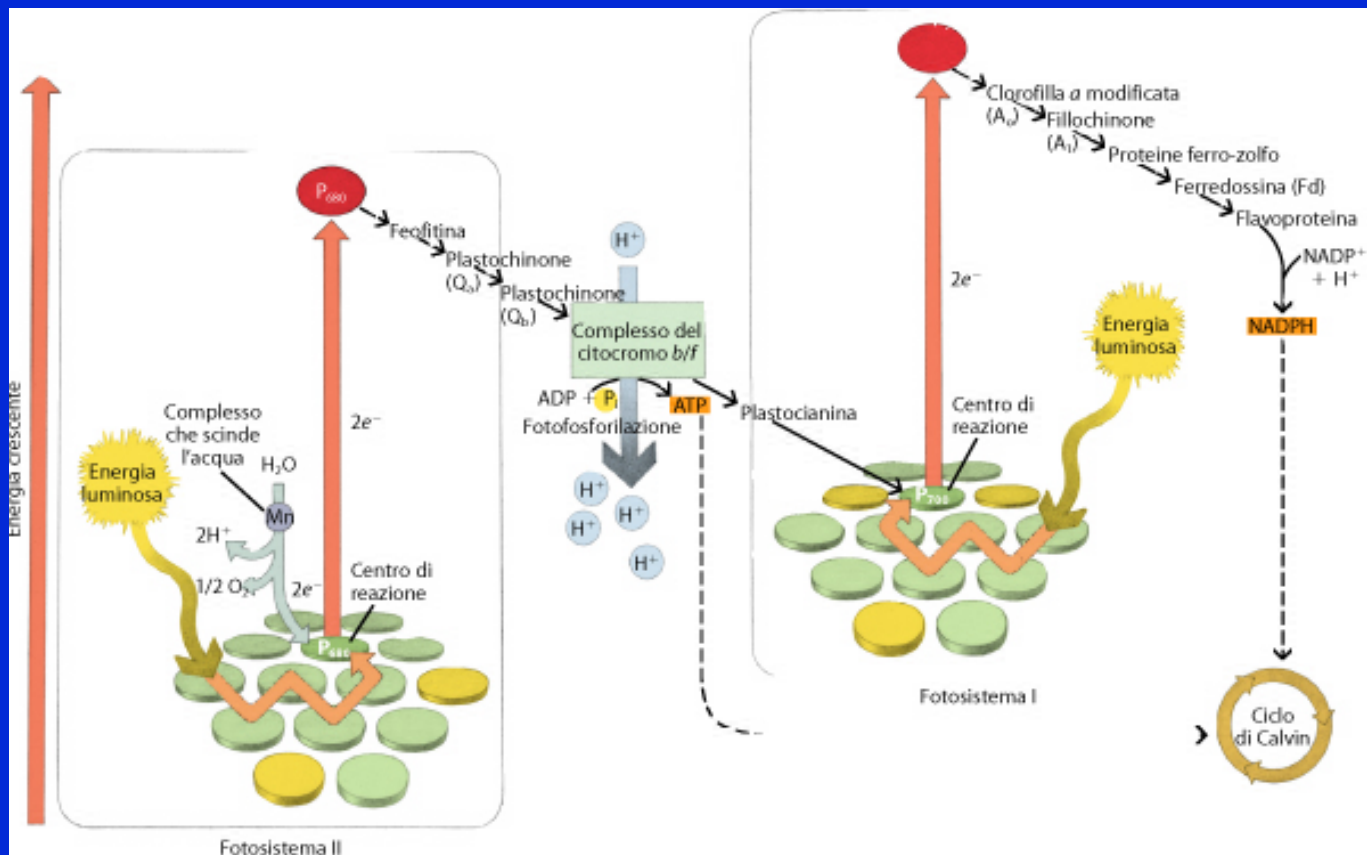
## la organizzazione del Carbonio



Ciclo di Calvin C3 e

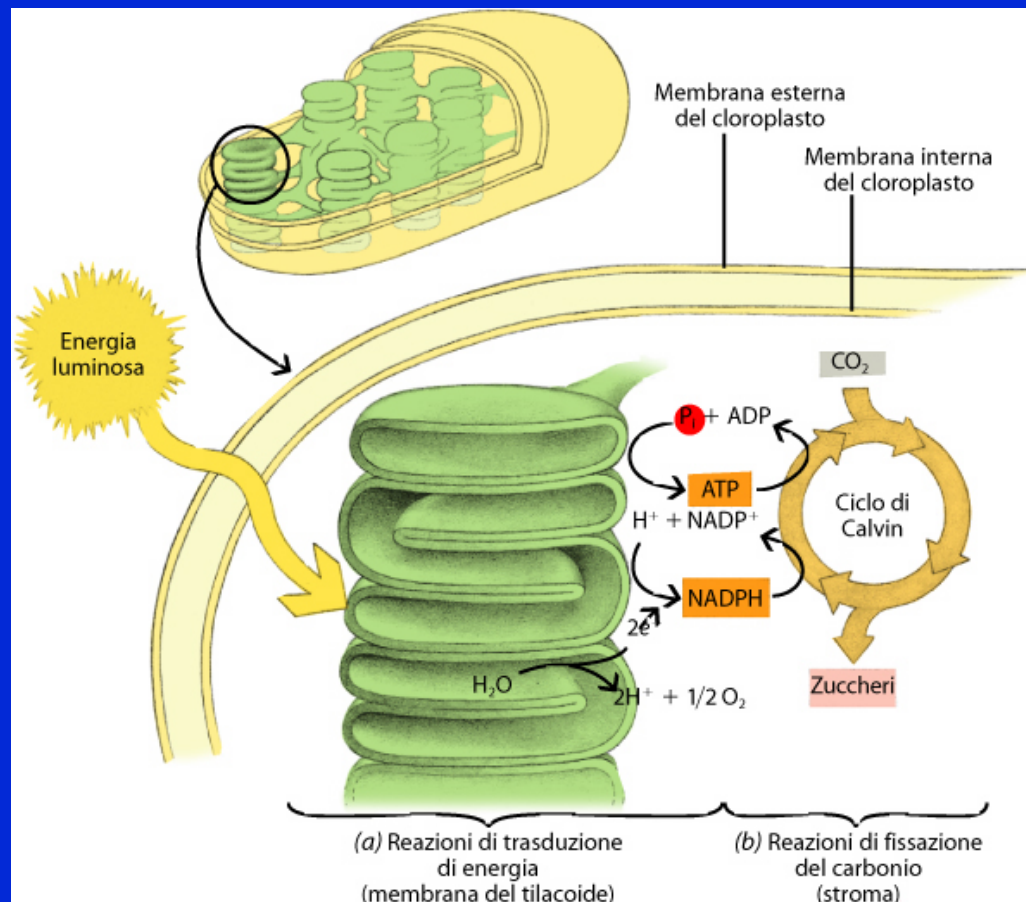
Fotorespirazione

# Riepilogo fase luminosa



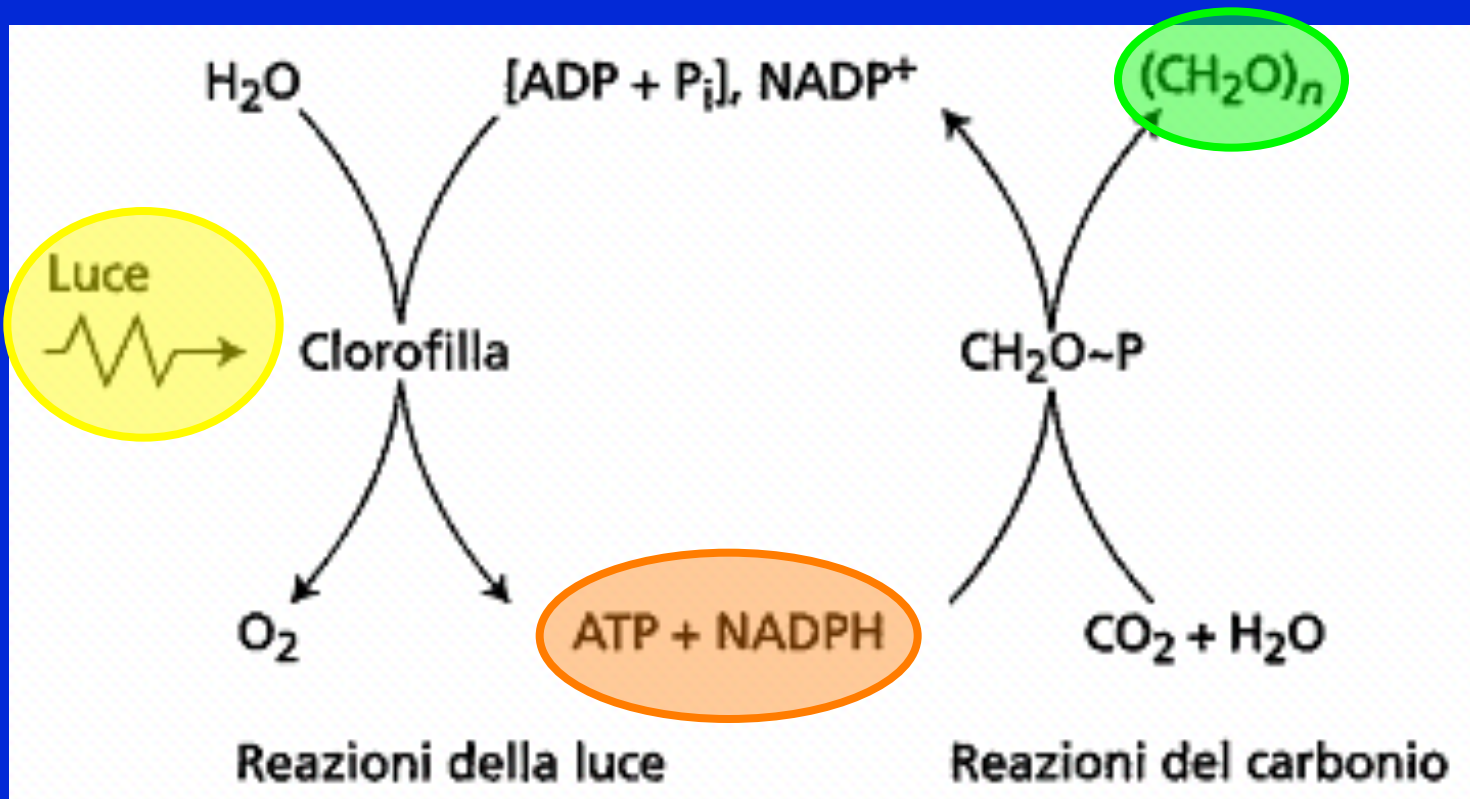
# DOVE

si svolgono le fasi della fotosintesi ...



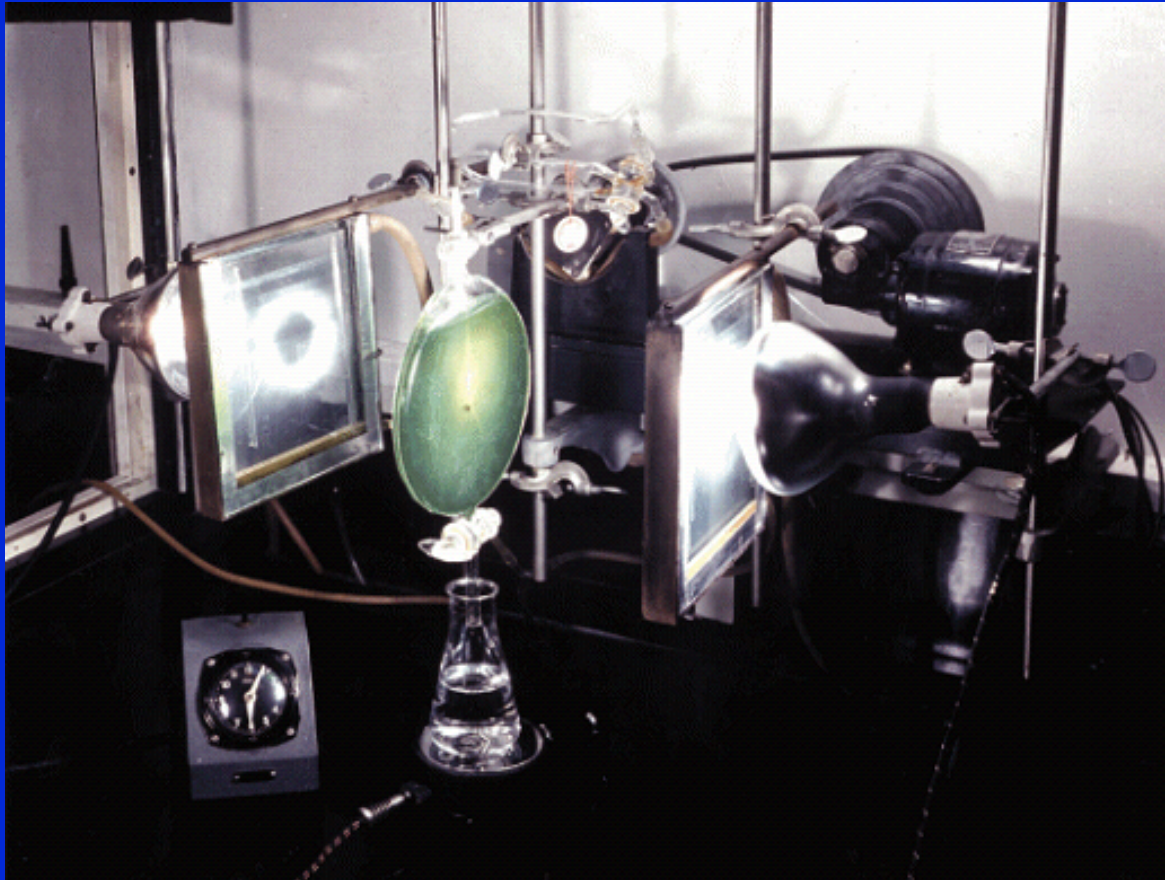
# COME

vengono utilizzati i prodotti della fase luminosa ...

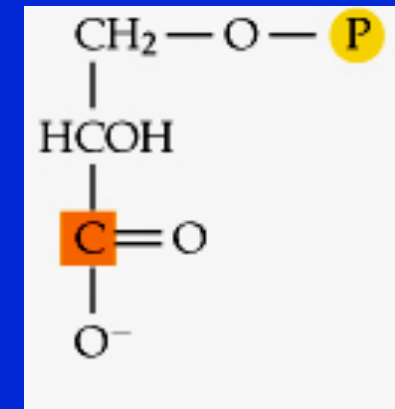




# PERCHE' C3 ?

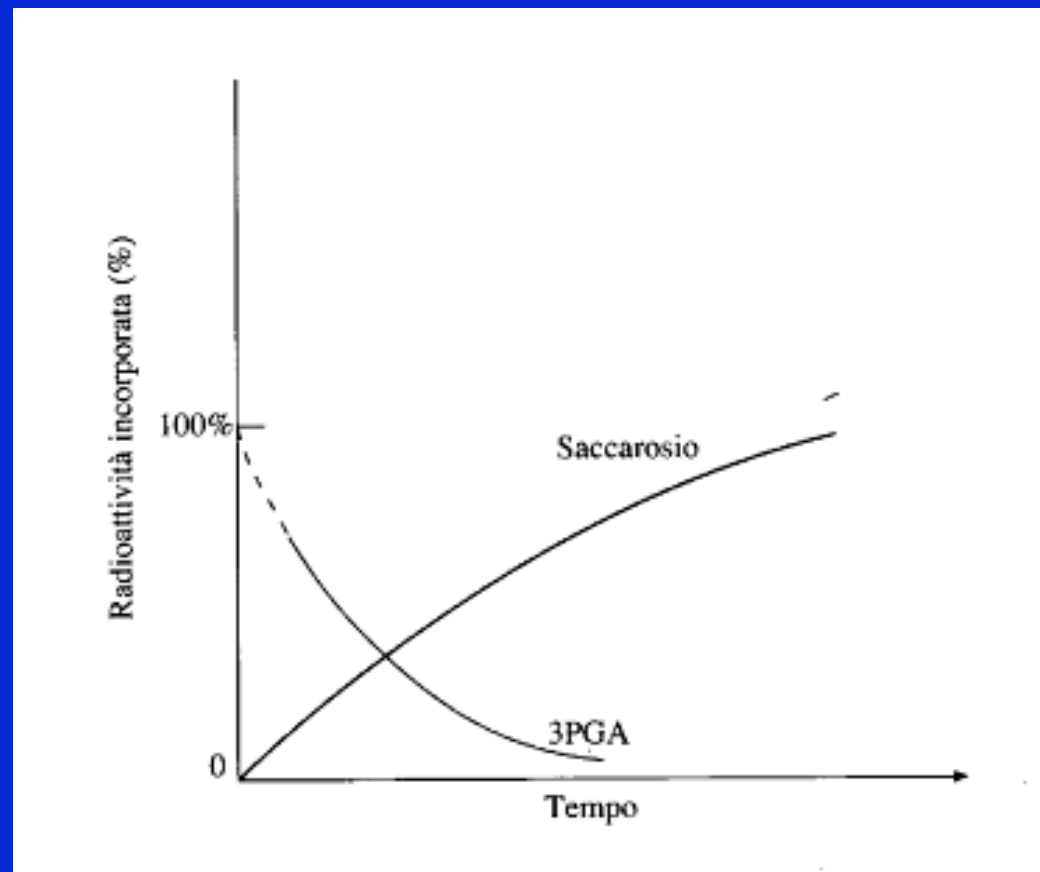


# Il primo prodotto della fissazione del Carbonio è un composto C3

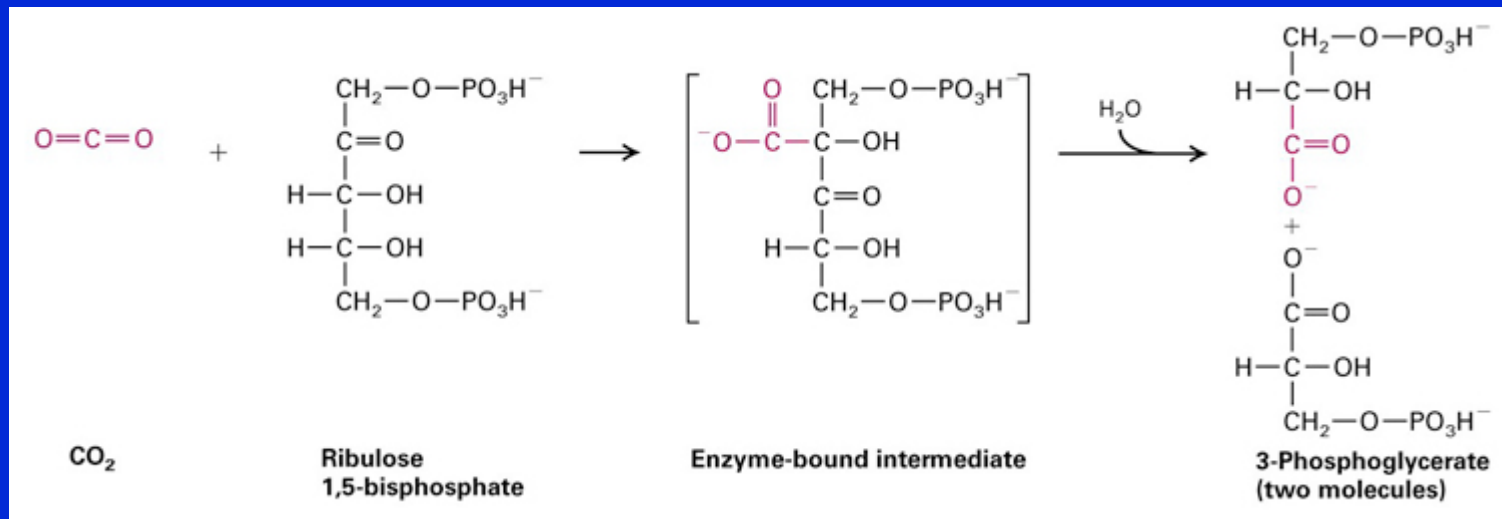


**3-Phosphoglyceric Acid**

# Il Carbonio viene fissato nel Saccarosio ed altri zuccheri



# Carbossilazione



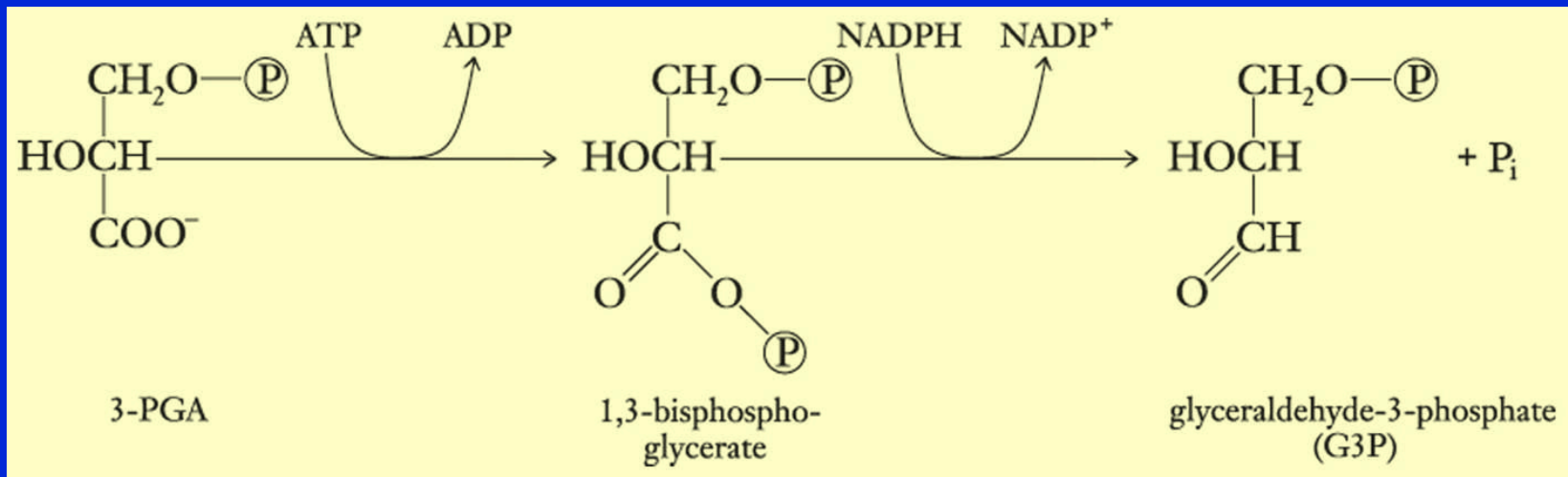
Enzima chiave è la **RUBISCO**

E' la proteina più abbondante nelle foglie:

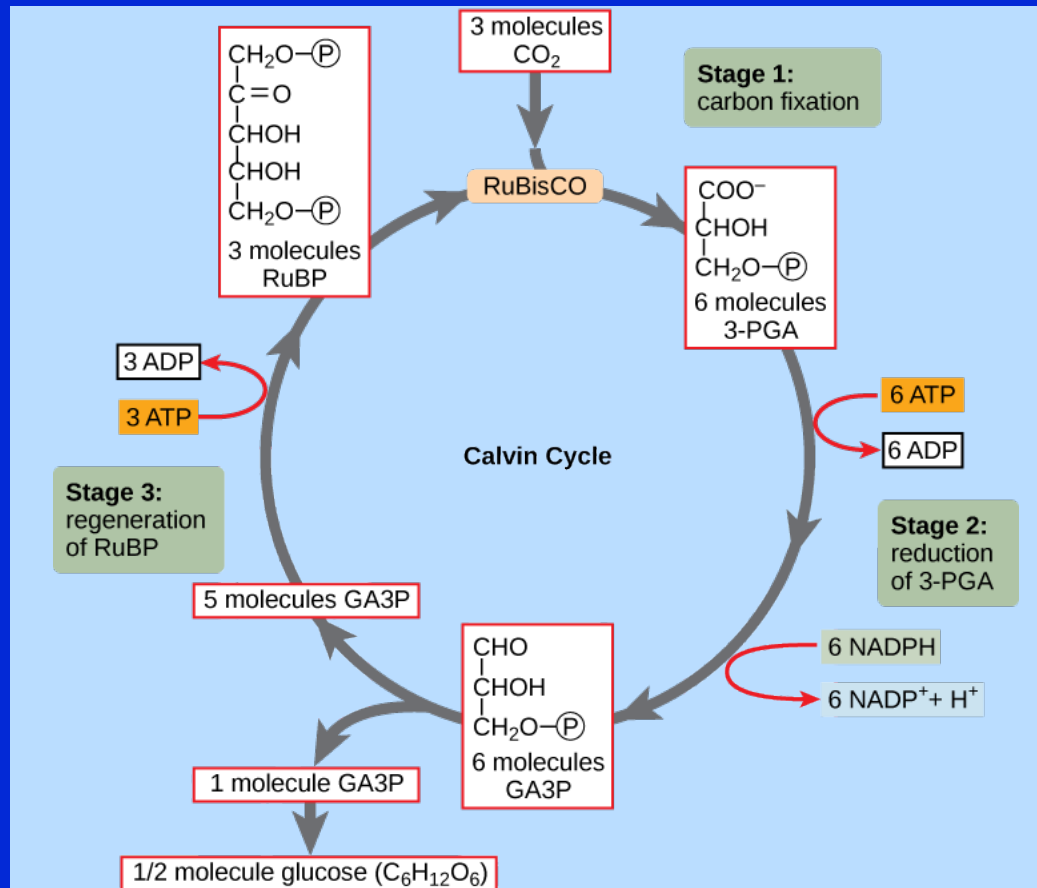
Rappresenta circa il 40% delle proteine solubili

Ribulosio Bisfosfato Carbossilasi Ossidasi

# Riduzione di PGA a GAP

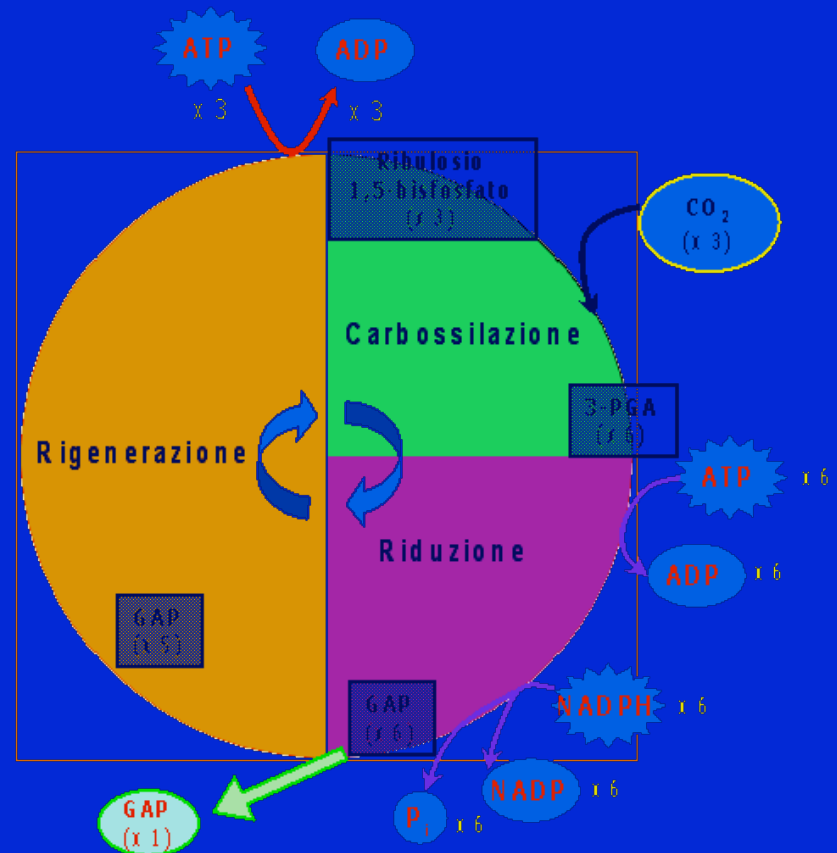


# Il Ciclo di Calvin o C3



# Il Ciclo di Calvin o C3

- **Carbossilazione**
- **Riduzione**
  - Il 3PGA derivante dalla reazione di carbossilazione e' ridotto a GA3P (carboidrato C3)
- **Rigenerazione**
  - La rigenerazione dell' accettore di CO<sub>2</sub>, il Ribuloso 1,5-bisfosfato, a partire dalla GA3P



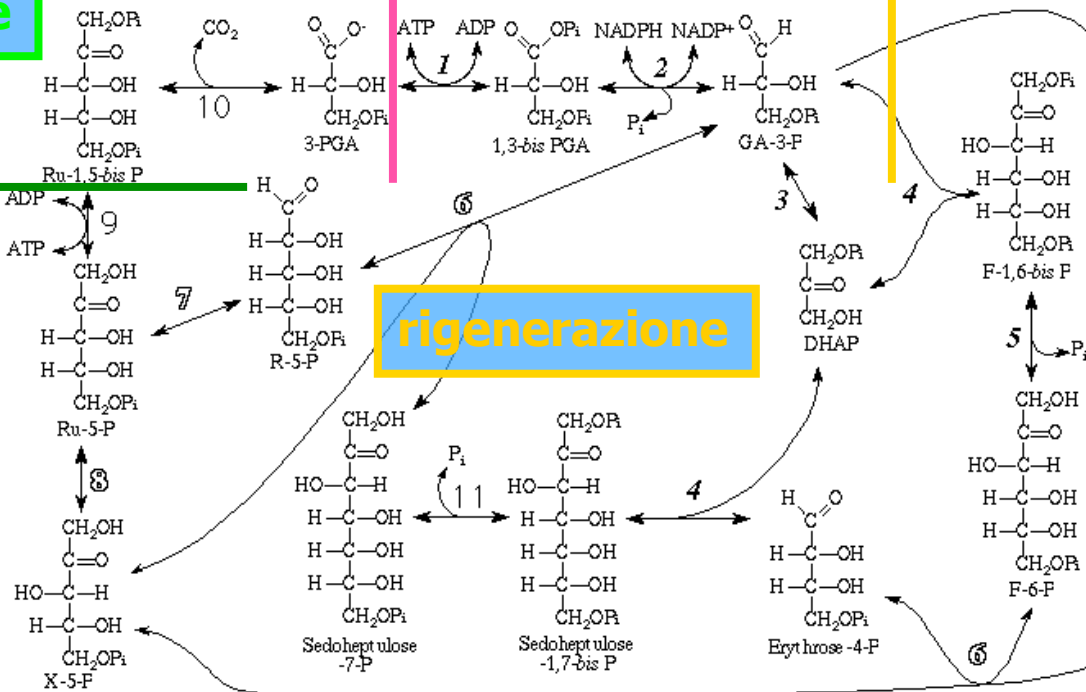
# Ciclo di Calvin o Ciclo C3

carbossilazione

riduzione

rigenerazione

Calvin Cycle (Dark Reactions of Photosynthesis)



1 Phosphoglycerate Kinase

2 Glyceraldehyde-3-PDH

3 Triose-P Isomerase

4 Aldolase

5 F-1,6-bisPhosphatase

6 Transketolase

7 P-Ribo Isomerase

8 P-keto-pento-Epimerase

9 Ru-5-P Kinase

10 Ru-1,5-bisP-Carboxylase

11 S-1,7-bisPhosphatase

N= Glycolytic Pathway Enzymes

P= Pentose Phosphate Pathway Enzymes

© R. Passik, 1997

# I prodotti della fotosintesi

- **In conclusione:**
- I prodotti diretti del metabolismo C3 sono triosi fosfati a 3 atomi di carbonio (GAP, gliceraldeide 3 fosfato)
- Questi triosi vengono successivamente
  - utilizzati per la **sintesi di amido primario** (accumulo temporaneo entro il cloroplasto)
  - **esportati** dal cloroplasto verso il citoplasma ed utilizzati per la **sintesi** di zuccheri più complessi

# Rapporti nel flusso di Carbonio entro il ciclo C3

5/6

- 5/6 dei trioso fosfati rigenerano il Ribulosio 1,5-bisP;

1/6

- 1/6 e' utilizzato per la sintesi di saccarosio o amido



# Consumo energetico del ciclo C3

---

**Il ciclo di Calvin consuma 3 ATP e 2 NADPH per ogni molecola di CO<sub>2</sub> fissata**

# Regolazione del Ciclo C3

importanza della **luce** nelle reazioni oscure

## 5 enzimi regolati dalla luce

1. RUBISCO →

Attivazione multifattoriale luce dipendente es.:

- aumento del pH nello stroma (luce),
- RUBISCO attivasi ATP-dipendente (luce)

2. NADP: gliceraldeide-3-P deidrogenasi

3. Fruttosio 1,6-bisfosfato fosfatasi

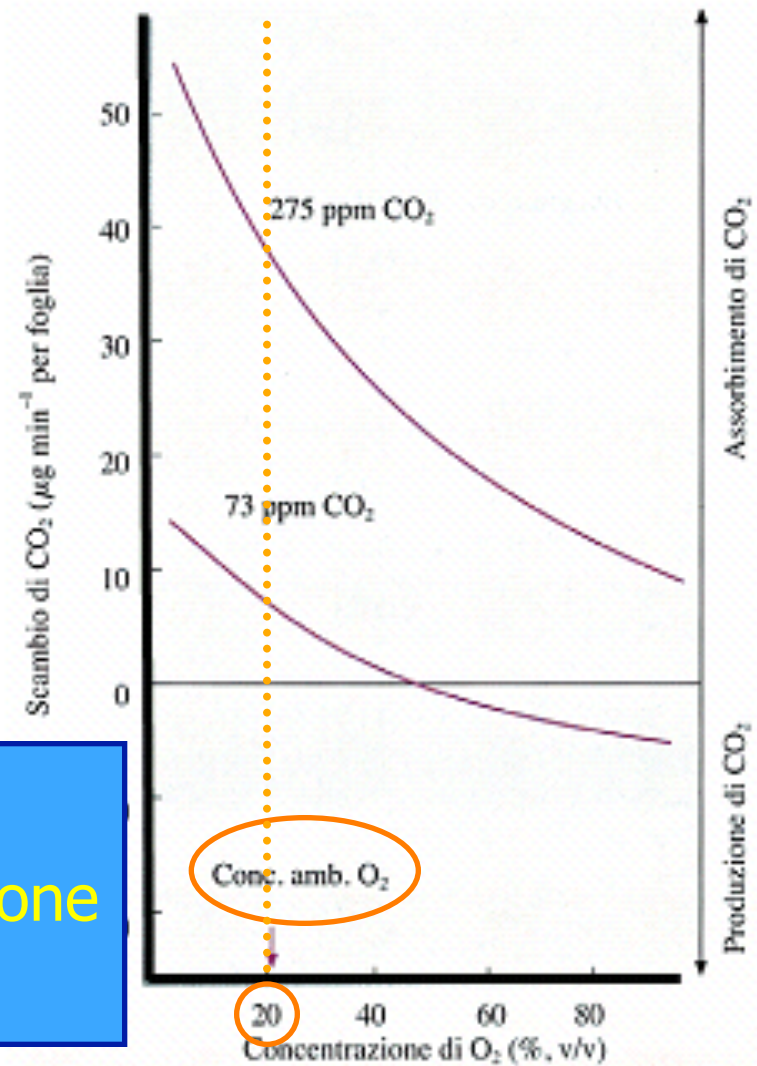
4. Sedeptuloso-1,7-bisfosfato fosfatasi

5. Ribulosio-5-fosfato chinasi

Attivati dalla luce

# Effetto Warburg

La fotosintesi è inibita dall'  $O_2$  anche alla normale concentrazione atmosferica (20%)



# Effetto Warburg:

competizione  $O_2$  -  $CO_2$  per il sito attivo

RUBISCO

Ribuloso Bisfosfato Carbossilasi Ossidasi

$$K_m(CO_2) = 12 \mu M$$

$$K_m(RUBP) = 60 \mu M$$

$$K_m(O_2) = 250 \mu M$$



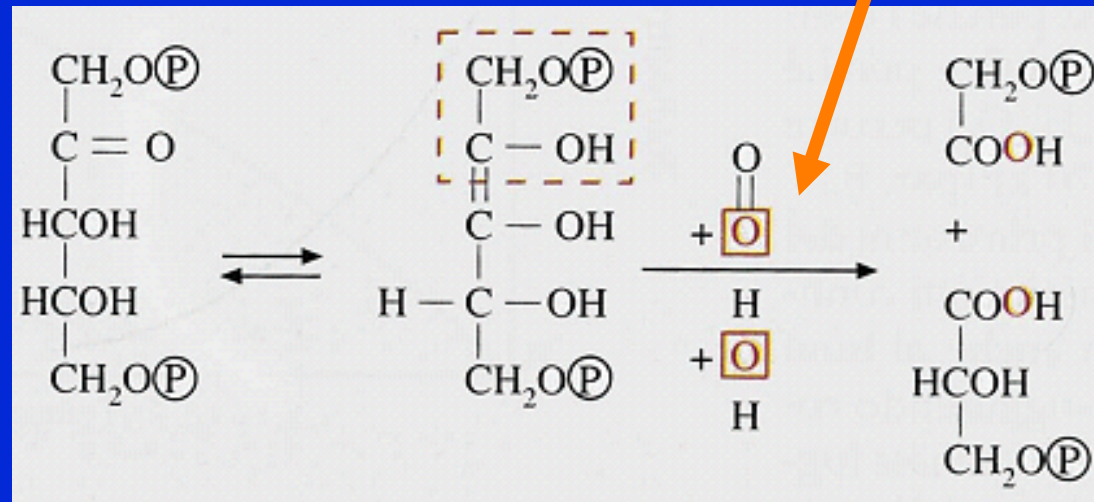
# Effetto Warburg:

competizione  $O_2$  -  $CO_2$  per il sito attivo

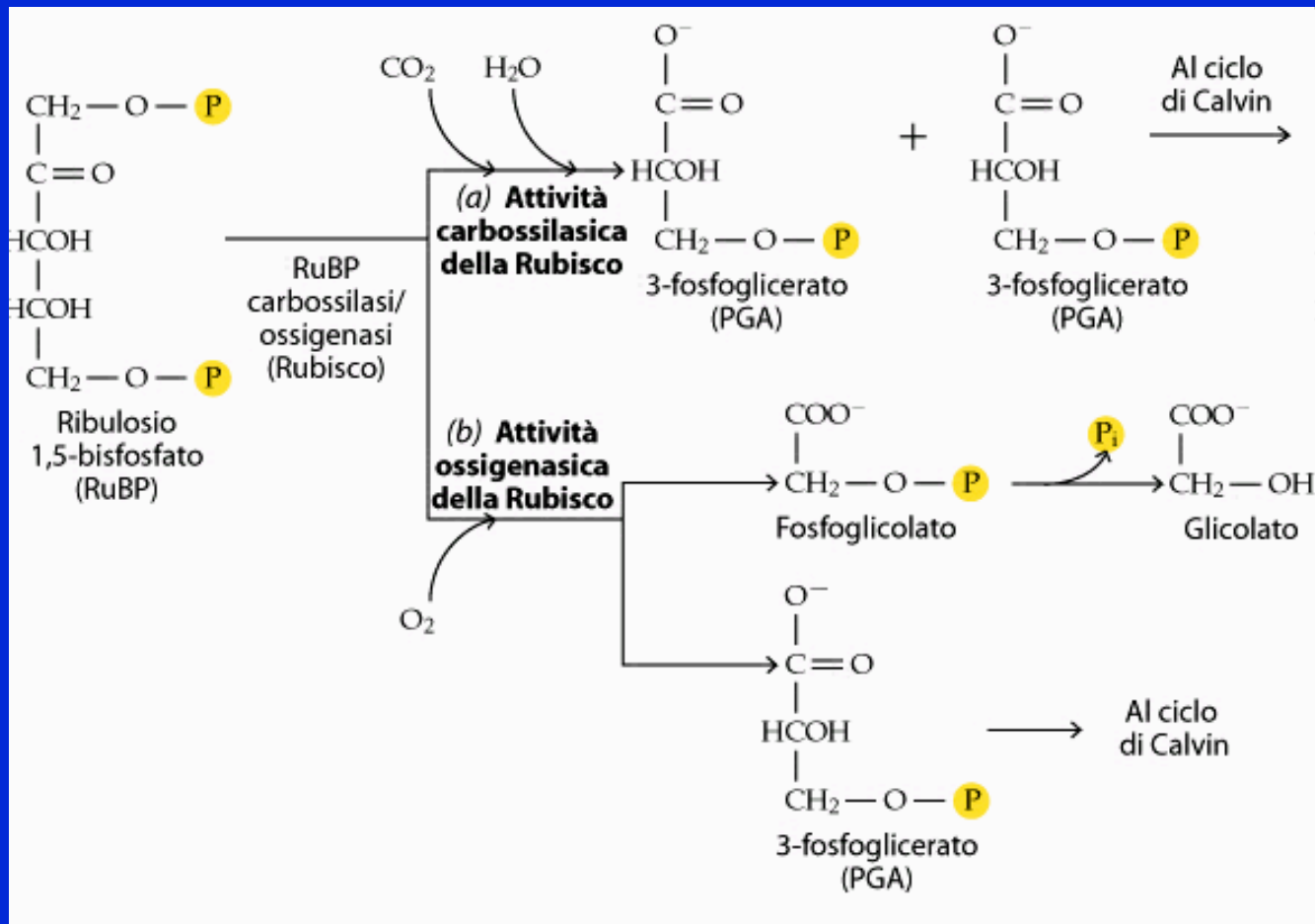
La **RUBISCO** catalizza la reazione di ossigenazione del ribulosio 1,5-bisfosfato

I prodotti della reazione sono:

- acido 3-fosfoglicerico e
- acido 2-fosfoglicolico



# La doppia vita della RUBISCO







# CICLO C2

1. Reazioni dipendenti dalla LUCE

2. Consumo di O<sub>2</sub>

3. Produzione di CO<sub>2</sub>

Fotorespirazione



# Quanto è importante la Fotorespirazione

- la **RUBISCO** funziona anche da **ossigenasi**
- Nelle piante C3 fotosintesi e fotorespirazione **coesistono**
- Poiché **normalmente** la concentrazione di O<sub>2</sub> è molto più alta della concentrazione di CO<sub>2</sub>

# Stress idrico e fotorespirazione

- **Stress idrico:**

- Chiusura degli stomi

- Riduzione della conc. interna di  $\text{CO}_2$

- $\text{CO}_2 < 50$  ppm RUBISCO funziona solo come ossidasi

- Perdita di sostanza organica (Carbonio)

- **Si calcola che circa il 50% del Carbonio fissato dal ciclo C3 venga perso via fotorespirazione**

# Ruolo fisiologico del ciclo C2 (fotorespirazione)



- La fotorespirazione è stata per lungo tempo considerata un “difetto di costruzione”, in realtà l’interpretazione può essere più positiva



# Ruolo fisiologico del ciclo C2

---

- Il ciclo C2 (fotorespirazione) agisce come un'operazione di salvataggio per recuperare la CO<sub>2</sub> persa durante la reazione di ossigenazione della RUBISCO