



Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de Lorena  
Departamento de Biotecnologia



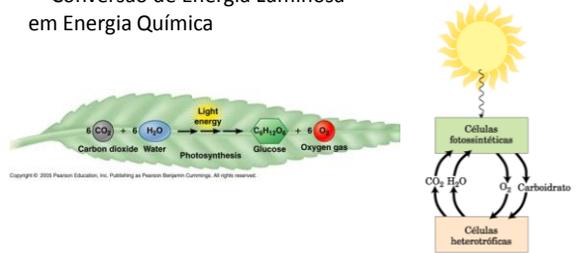
Curso Engenharia Química  
Disciplina Bioquímica

## Fotossíntese

Prof: Tatiane da Franca Silva  
tatianedafanca@usp.br

### Fotossíntese: Captura da Energia Luminosa

- ✓ Energia solar é fonte de toda a energia biológica
- ✓ Conversão de Energia Luminosa em Energia Química



### Organismos Fotossintetizantes

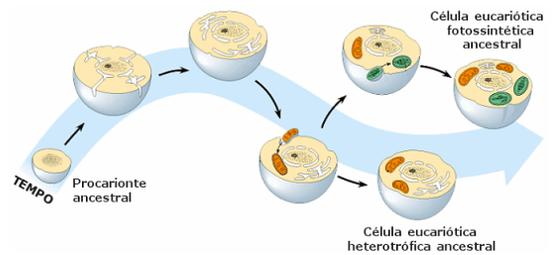
❖ Eucarioto – Algas e Plantas

Presença de organela especializada: **Cloroplasto**



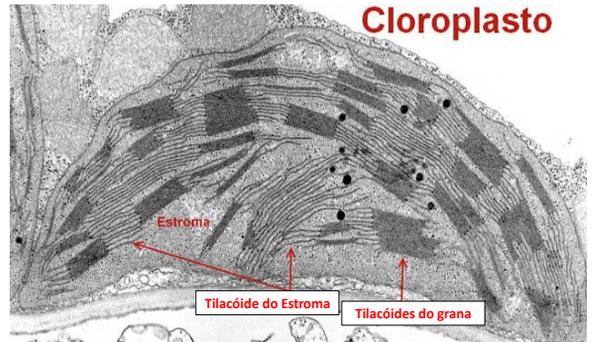
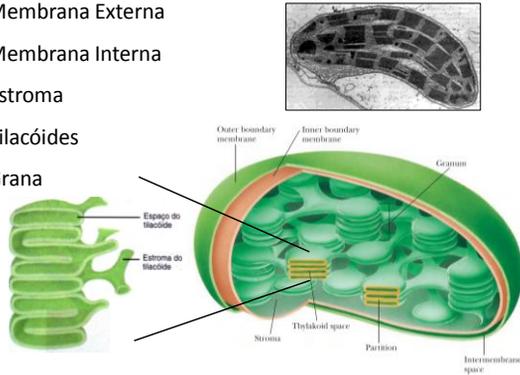
### Origem do Cloroplasto

- ✓ Teoria do Endossimbionte
- ✓ Eucarioto Fotossintetizante: 2 eventos de endossimbiose

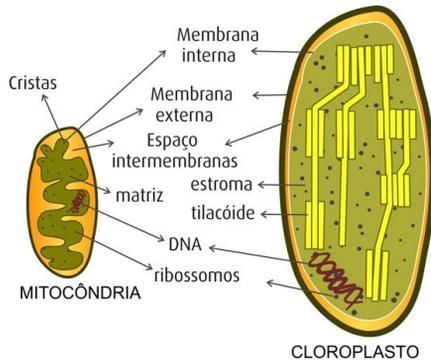


### Estrutura do Cloroplasto

- ✓ Membrana Externa
- ✓ Membrana Interna
- ✓ Estroma
- ✓ Tilacóides
- ✓ Grana

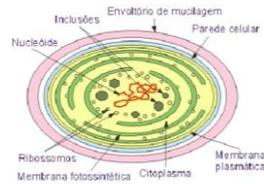


### Mitocôndria X Cloroplasto



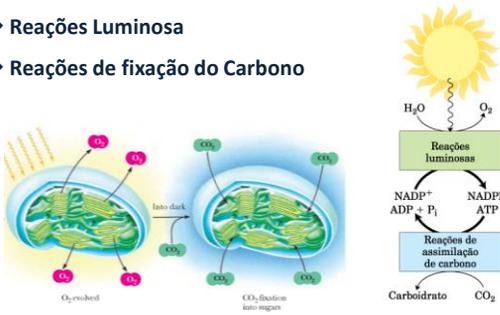
### Procaríotos Fotossintetizantes

- ❖ Bactérias fotossintéticas
- Ex: Cianobactérias

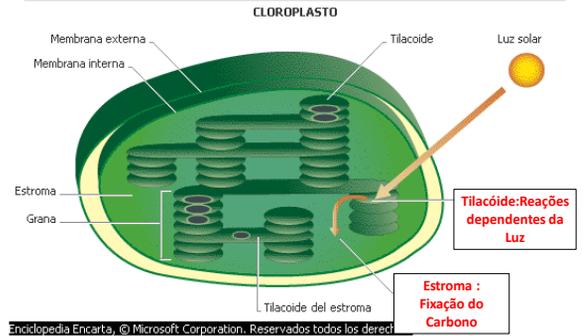


### Características Gerais da Fotossíntese em Plantas

- ❖ Reações Luminosas
- ❖ Reações de fixação do Carbono

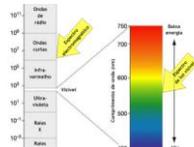
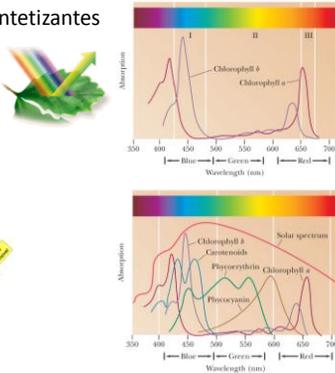


### Características Gerais da Fotossíntese em Plantas



### Pigmentos absorvem a energia luminosa

- ❖ Pigmentos Fotossintetizantes
- ✓ Clorofila A
- ✓ Clorofila B
- ✓ Pigmentos acessórios

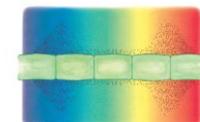


### Espectro de Ação da Fotossíntese

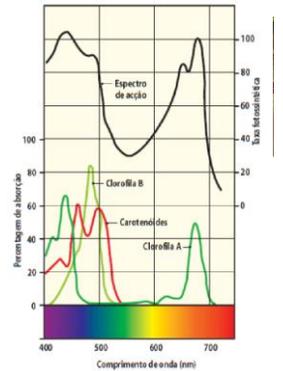
- ❖ Experimentos de Englemann



Englemann

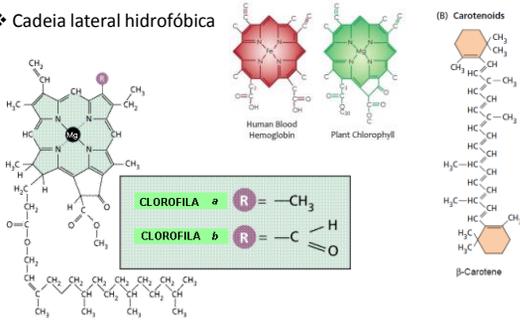


Migração de bactérias aeróbicas



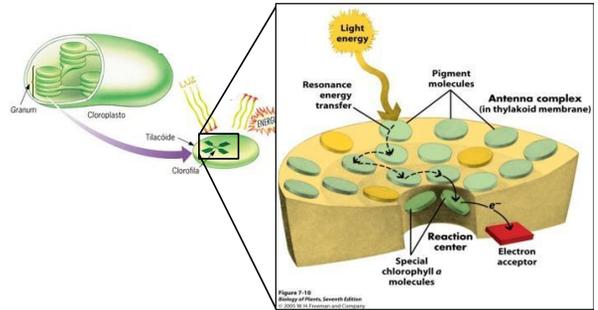
### Estrutura dos Fotopigmentos

- ❖ Estrutura policíclica
- ❖ Cadeia lateral hidrofóbica



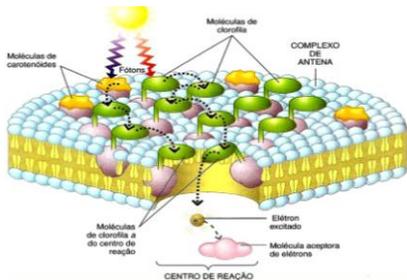
### Fotossistemas

- ❖ Unidades fotossintéticas localizadas na membrana do Tilacóide

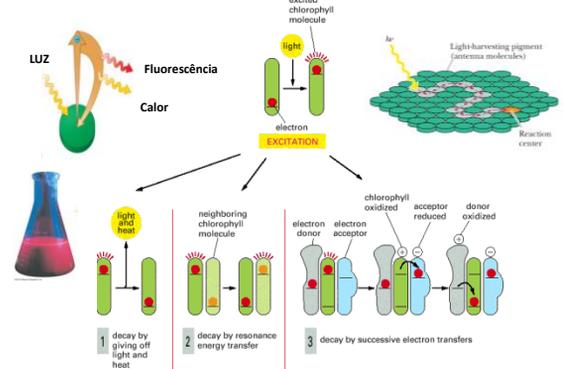


### Fotossistemas

- ✓ **Complexo Antena:** captura a energia da Luz
- ✓ **Centro de Reação:** sítio onde a energia da Luz pode ser utilizada

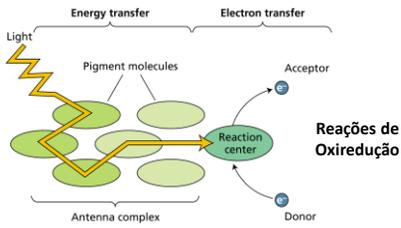


### Transferência de Energia



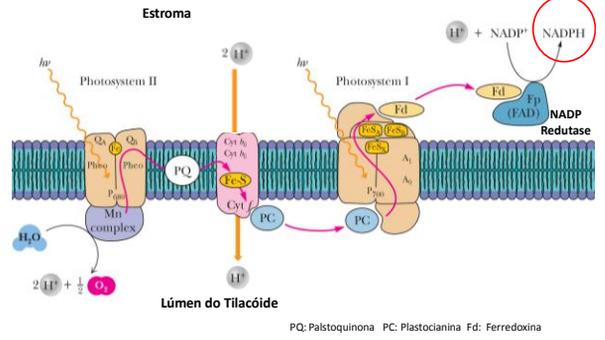
### Dois Tipos de Fotossistemas

- ✓ **Fotossistema I (PSI)** : Absorve na faixa de 700 nm
- ✓ **Fotossistema II (PSII)**: Absorve na faixa de 680nm
- ✓ Diferem quanto ao doador de elétrons

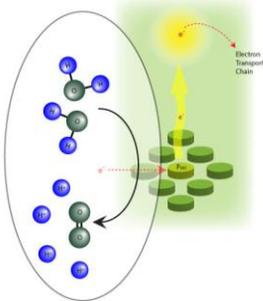
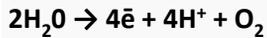


### Fotossistemas I e II

- ✓ PSII e PSI : Conectados pela **Cadeia Transportadora de Elétrons**



### Fotossistema II: Fotólise da Água



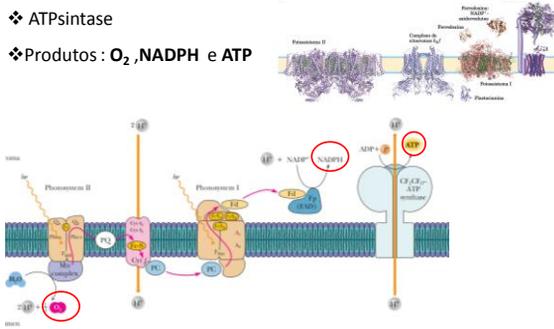
### Fotossíntese Artificial

- ❖ Reprodução artificial do PS II
- ❖ Fotólise da água
- ❖ Geração de Oxigênio e Hidrogênio



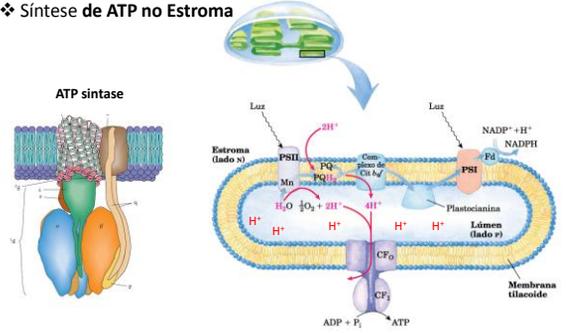
### Reações Luminosas

- ❖ Transporte de elétrons gera gradiente de prótons
- ❖ ATPsintase
- ❖ Produtos :  $O_2$ ,  $NADPH$  e  $ATP$



### Reações Luminosas

- ❖ Acúmulo de Prótons no espaço do Tilacoide
- ❖ Síntese de ATP no Estroma



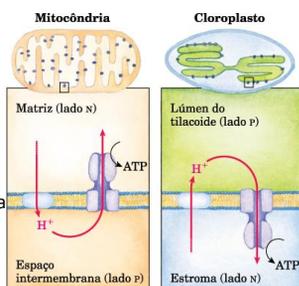
### Mitocôndria X Cloroplasto

✓ **Mitocôndria:**

- Espaço Intermembrana: ↑  $H^+$
- Síntese de ATP para a Matriz.

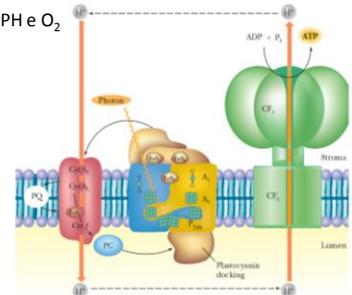
✓ **Cloroplasto:**

- Espaço do Tilacoide: ↑  $H^+$
- Síntese de ATP para o Estroma



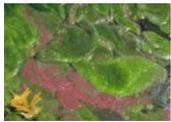
### Transporte Cíclico de Elétrons no Fossistema I

- ❖ Elétron entre o Fossistema I e Citocromo b
- ❖ Sem produção de  $NADPH$  e  $O_2$

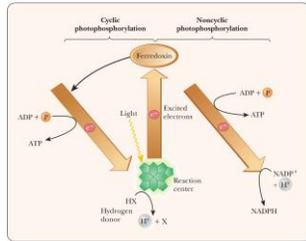


### Fotossíntese sem Produção de Oxigênio

- ❖ Utilizam outras moléculas como Doador de elétron (Ex: ácido sulfídrico)
- ❖ Bactérias púrpuras sulfurosas

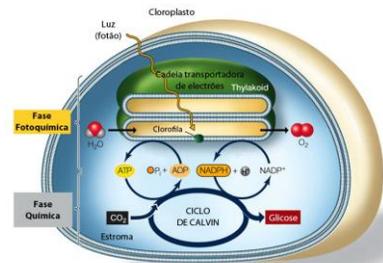


Rhodospirillum rubrum.



### Reações de Fixação de CO<sub>2</sub>

- ❖ Ocorrem no Estroma
- ❖ Utiliza a Energia Produzida na Fase Luminosa (ATP e NADPH)



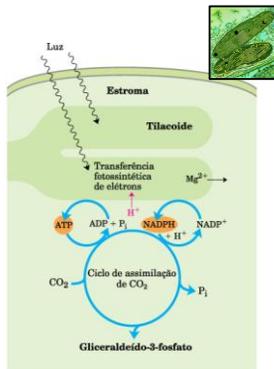
LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Eighth Edition, © 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

### Reações de Fixação de CO<sub>2</sub>

- ❖ Ciclo de Calvin
- ❖ No Estroma dos Cloroplastos

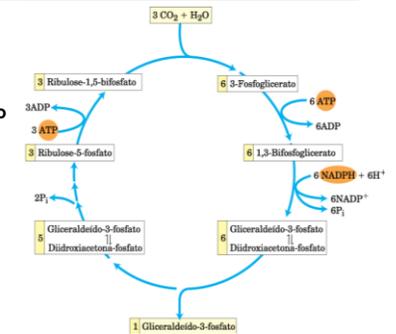


Melvin Calvin, 1911-1997

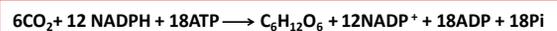


### Ciclo de Calvin

- ❖ Fixação de 3CO<sub>2</sub>
- ❖ Produz: Gliceraldeído 3 fosfato

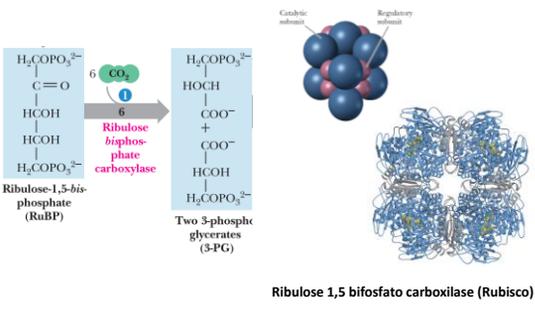


Reação Geral:



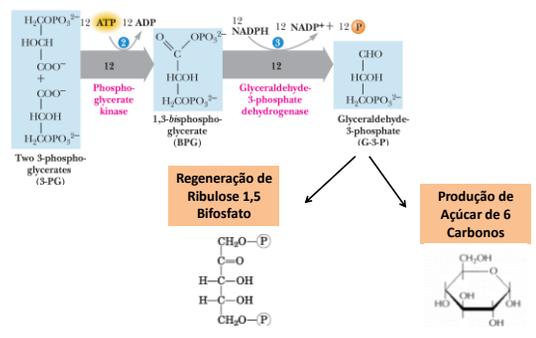
### Ciclo de Calvin: Estágio de Fixação do Carbono

✓ Condensação da Ribulose 1,5 Bifosfato com o CO<sub>2</sub>



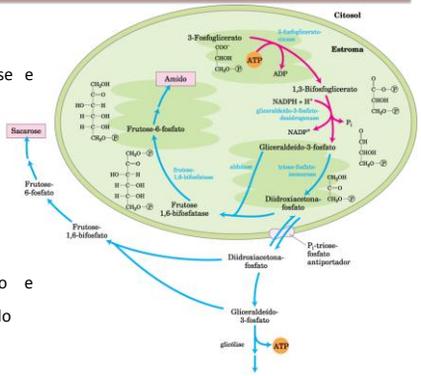
### Ciclo de Calvin: Estágio de Redução

✓ Redução de 3 fosfoglicerato ao gliceraldeído 3 fosfato

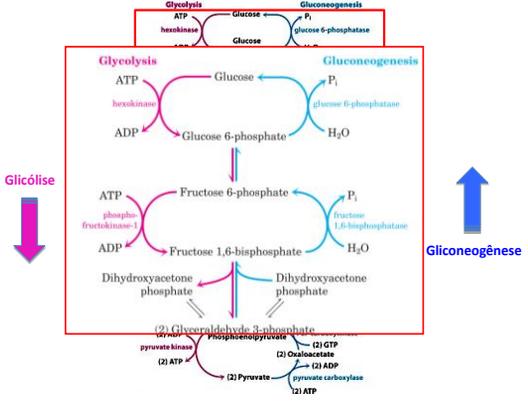


### Destinos do Gliceraldeído 3 Fosfato

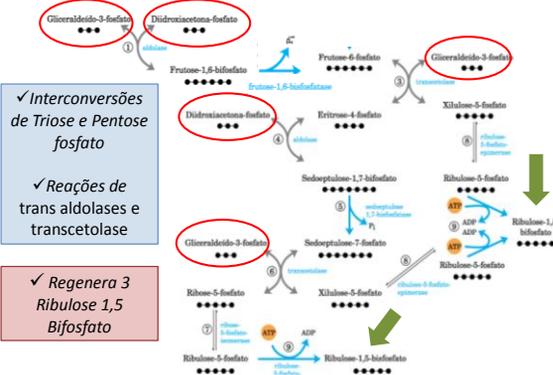
- ✓ **No Citoplasma:**  
Síntese de Sacarose e Glicose
- ✓ **No Cloroplasto:**  
Síntese de Amido e Regeneração do Ciclo



❖ Síntese de Glicose: Semelhanças com a Gliconeogênese



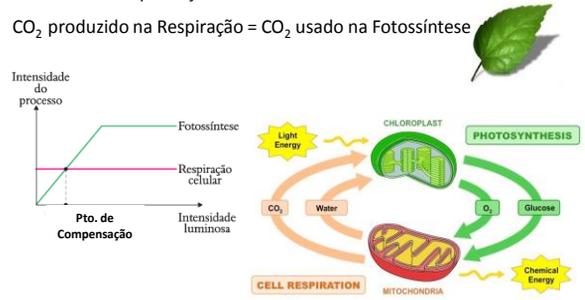
### Ciclo de Calvin: Regeneração de Ribulose 1,5 Bifosfato



### Fotossíntese e Respiração

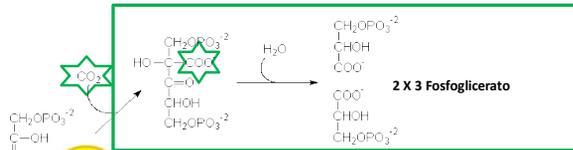
✓ Ponto de Compensação:

CO<sub>2</sub> produzido na Respiração = CO<sub>2</sub> usado na Fotossíntese

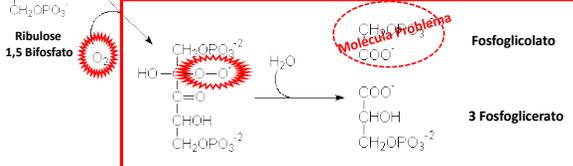


### Rubisco: Carboxilação X Oxigenação

#### Carboxilação

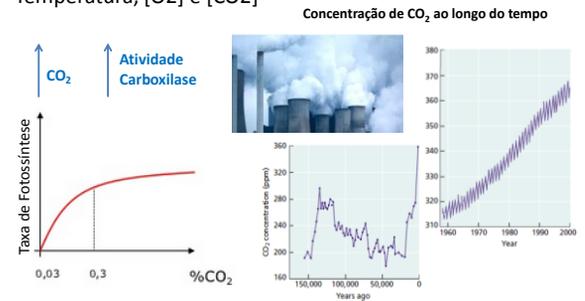


#### Oxigenação (Fotorrespiração)



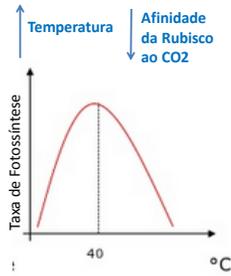
### Fotorrespiração e Fotossíntese

✓ O balanço é determinada por fatores Ambientais como :  
Temperatura, [O<sub>2</sub>] e [CO<sub>2</sub>]



### Fotorrespiração e Fotossíntese

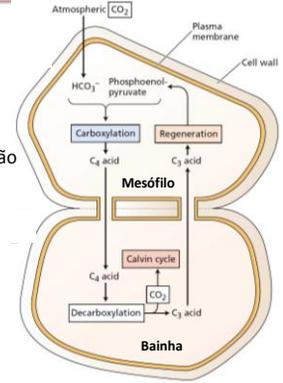
✓ O balanço é determinada por fatores Ambientais como :  
Temperatura, [O<sub>2</sub>] e [CO<sub>2</sub>]



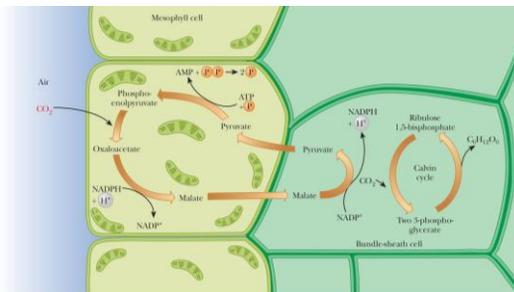
### Metabolismo C4 em Plantas Tropicais

✓ **Mesófilo:** Fixação do CO<sub>2</sub> em Molécula de 4 C (Oxalacetato ou Aspartato)

✓ **Bainha:** Descarboxilação :liberação do CO<sub>2</sub> para o Ciclo de Calvin



### Metabolismo C4 em Plantas Tropicais

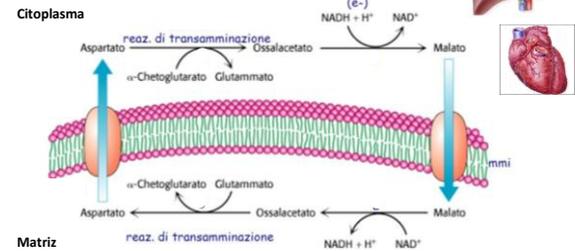


### Metabolismo C4: Semelhanças com Circuito Malato Aspartato

✓ Membrana Mitocondrial Interna impermeável a NADH

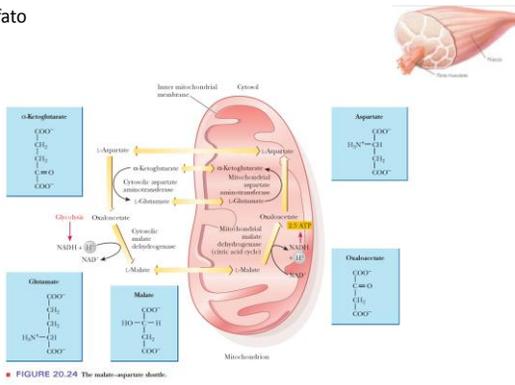
✓ Como o NADH gerado no Citoplasma chega a Matriz ?

Citoplasma



Matriz

✓ Outros Exemplos de Circuito de Transporte: Circuito Glicerol Fosfato



**Metabolismo C4 e C3: Taxas de Fixação de CO<sub>2</sub>**

**Assimilação do CO<sub>2</sub> X [CO<sub>2</sub>]**

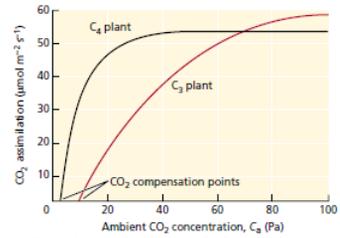


Fig1. Mudanças na fotossíntese em função da [CO<sub>2</sub>] no ambiente. Taiz e Zeiger 2004