



Universidade de São Paulo (USP)
Escola de Engenharia de Lorena (EEL)
Engenharia Ambiental



Organelas Transdutora de Energia: Cloroplasto - Fotossíntese

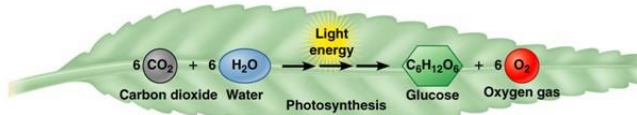
Disciplina: Biologia Geral
Prof: Tatiane da Franca Silva

1

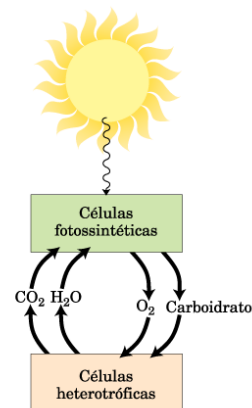
Fotossíntese: Captura da Energia Luminosa

✓ Energia solar é fonte de toda a energia biológica

✓ Conversão de Energia Luminosa
em Energia Química



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

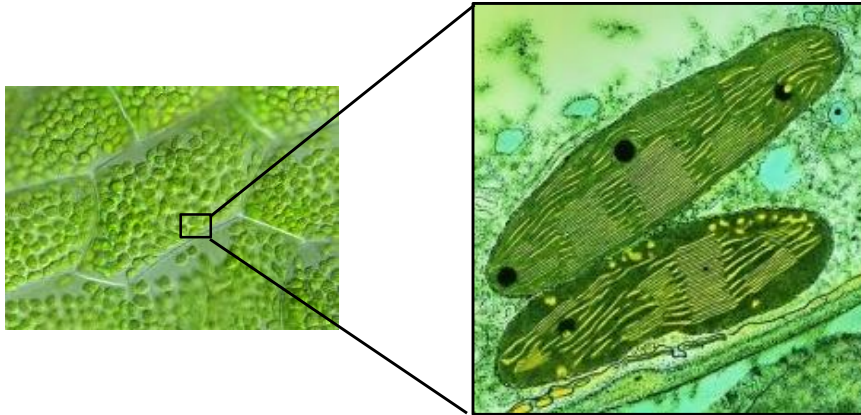


2

Organismos Fotossintetizantes

❖ Eucarioto – Algas e Plantas

Presença de organela especializada: **Cloroplasto**

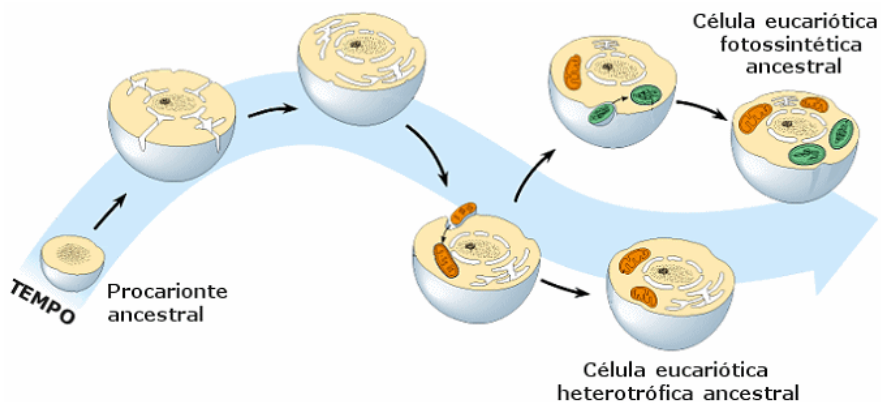


3

Origem dos cloroplastos

✓ Teoria do Endossimbionte

✓ Eucarioto Fotossintetizante: 2 eventos de endossimbionte



4

✓ Origem da organela: teoria do Endossimbionte

✓ *Hatena arenicola* e seu Endossimbionte *Nephroselmis*

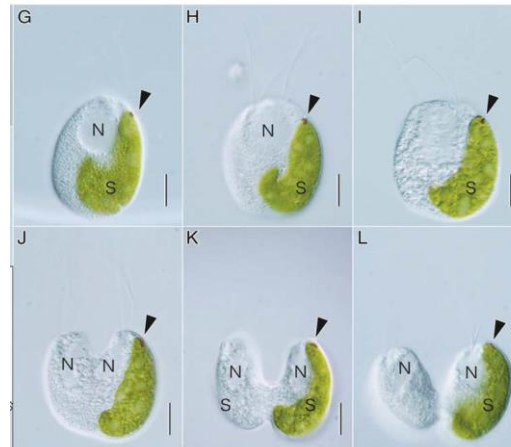


Figure 1. *Hatena arenicola* gen. et sp. nov. **A.** Ventral view of a symbiont-bearing cell showing two flagella and an eyespot of the symbiont (arrowhead). **B,C.** Sampling sites. **D.** The same cell in a different focal plane, showing two rows of conspicuous Type I ejectisomes. **E.** A cell lacking the symbiont. **F.** A cell with an "immature" symbiont. **G-L.** Cell division in *Hatena arenicola*, where the arrowhead indicates an eyespot of the symbiont. Each panel shows a different individual at a different stage in cell division. **N:** nucleus. **S:** Symbiont. The scale bar is 10 μ m in **A, D-L**.

Protist, Vol. 157, 401–419, August 2006
<http://www.elsevier.de/protis>
 Published online date 7 August 2006

5

Estrutura do Cloroplasto

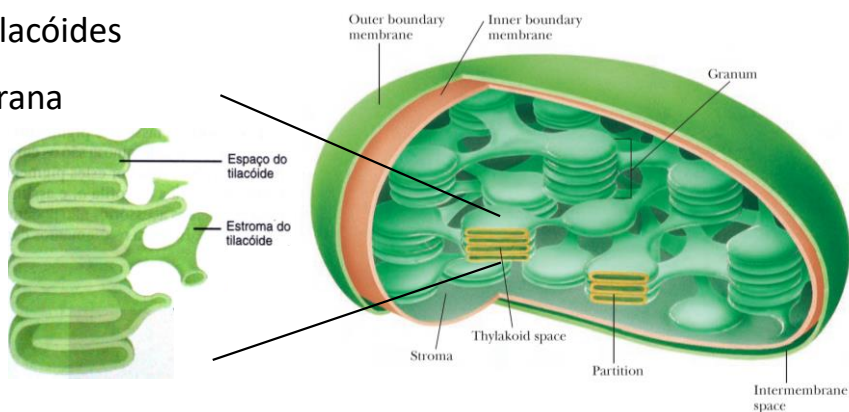
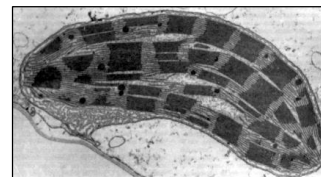
✓ Membrana Externa

✓ Membrana Interna

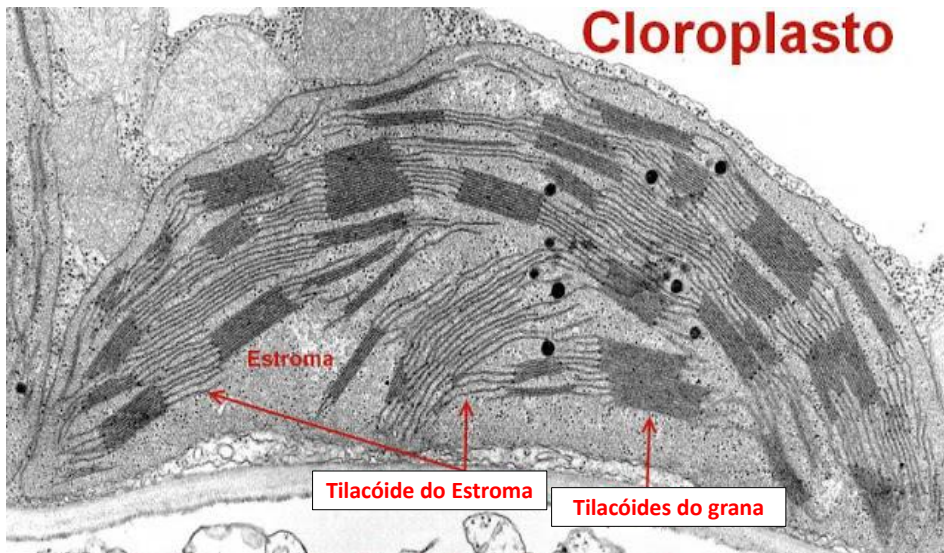
✓ Estroma

✓ Tilacóides

✓ Grana

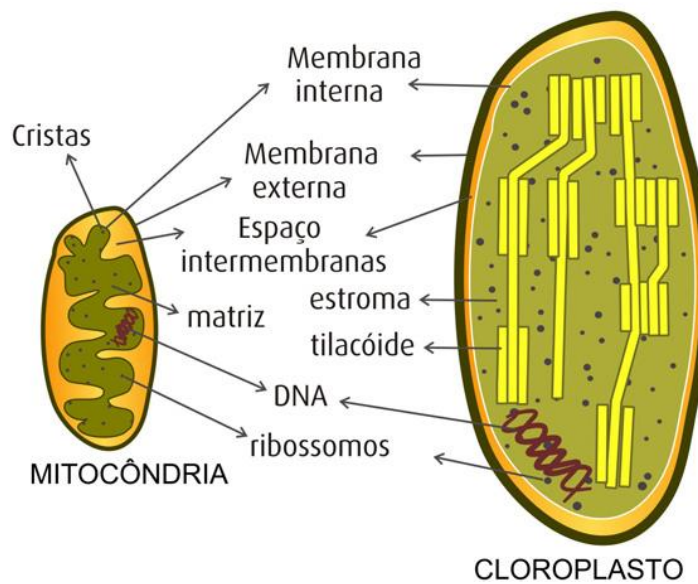


6



7

Mitocôndria X Cloroplasto

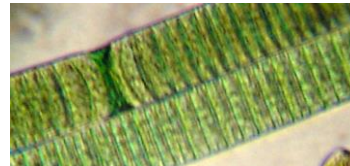
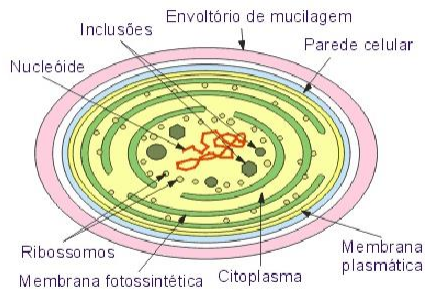


8

Procariotos Fotossintetizantes

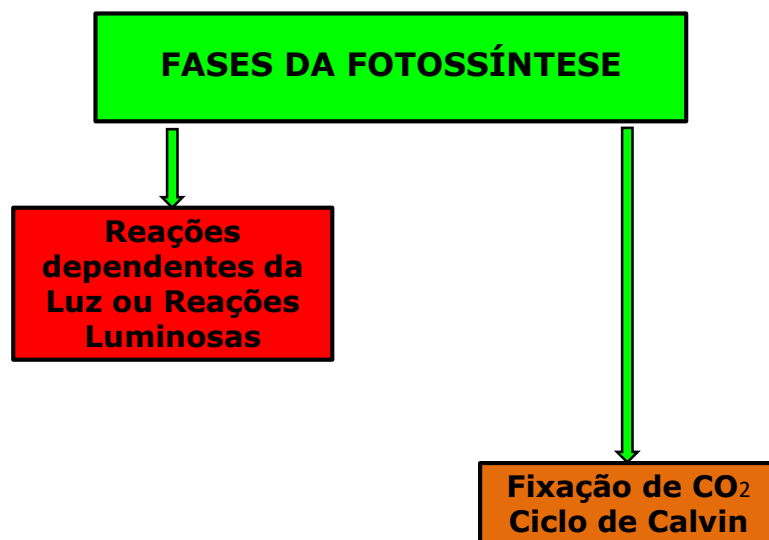
❖ Bactérias fotossintéticas

Ex: Cianobactérias



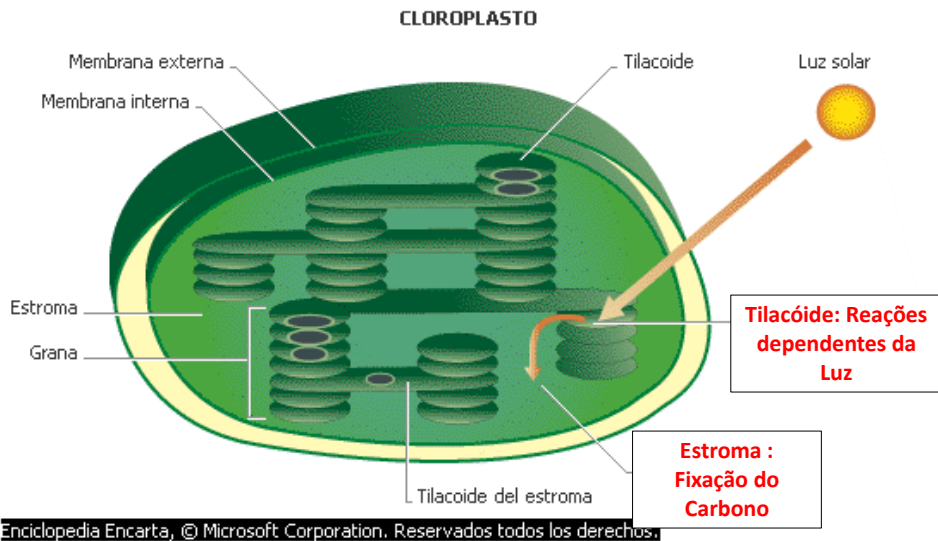
9

Características Gerais da Fotossíntese em Plantas



10

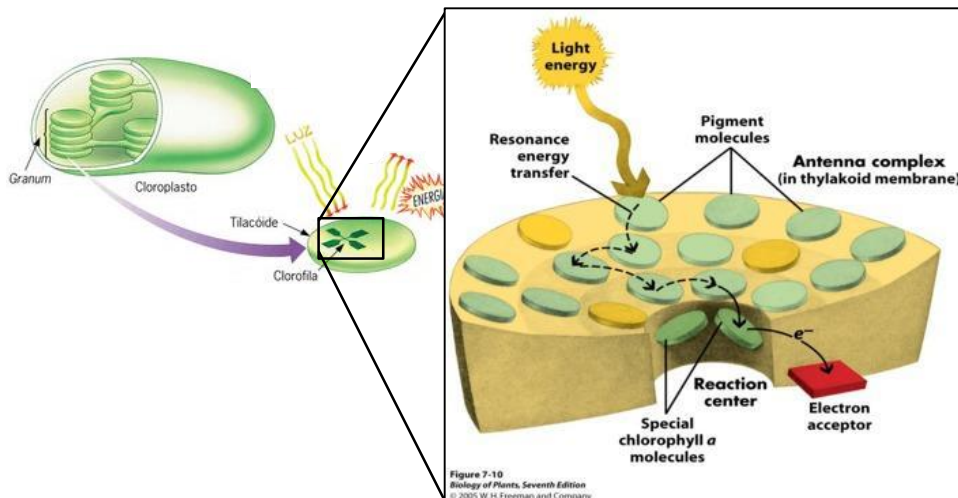
Características Gerais da Fotossíntese em Plantas



11

Reações Luminosas: Fotossistemas

❖ Unidades fotossintéticas localizadas na membrana do Tilacóide

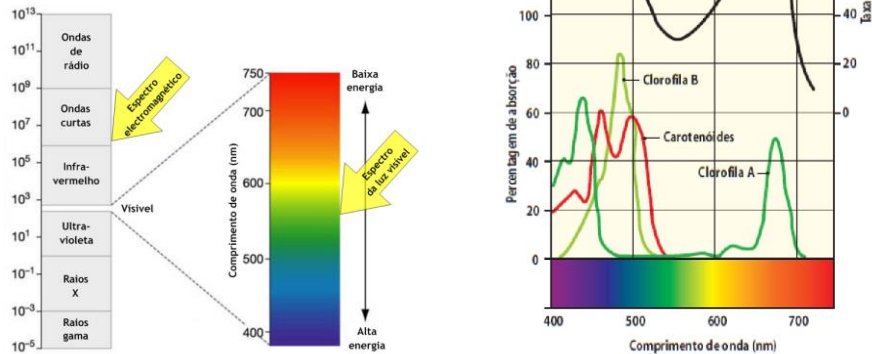


12

Pigmentos Fotossintetizantes

Moléculas capazes de absorver a energia do Sol

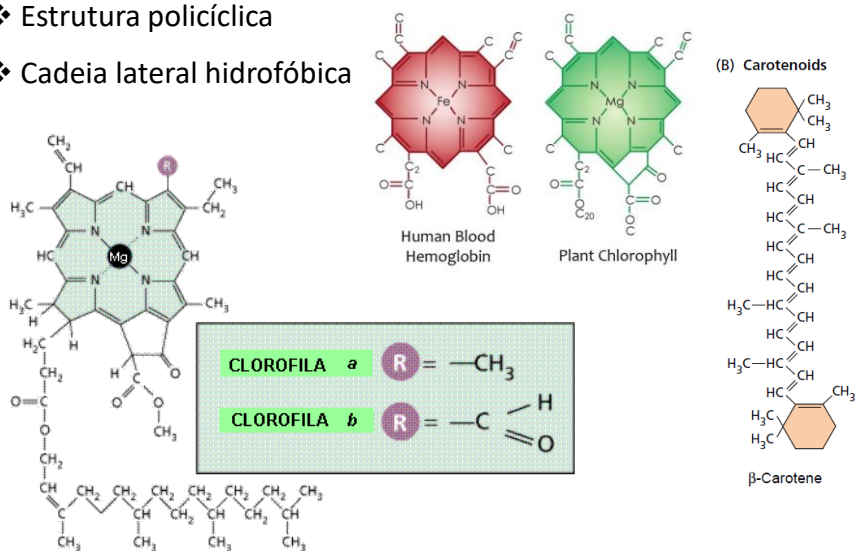
- ✓ Clorofila A
- ✓ Clorofila B
- ✓ Carotenóides



13

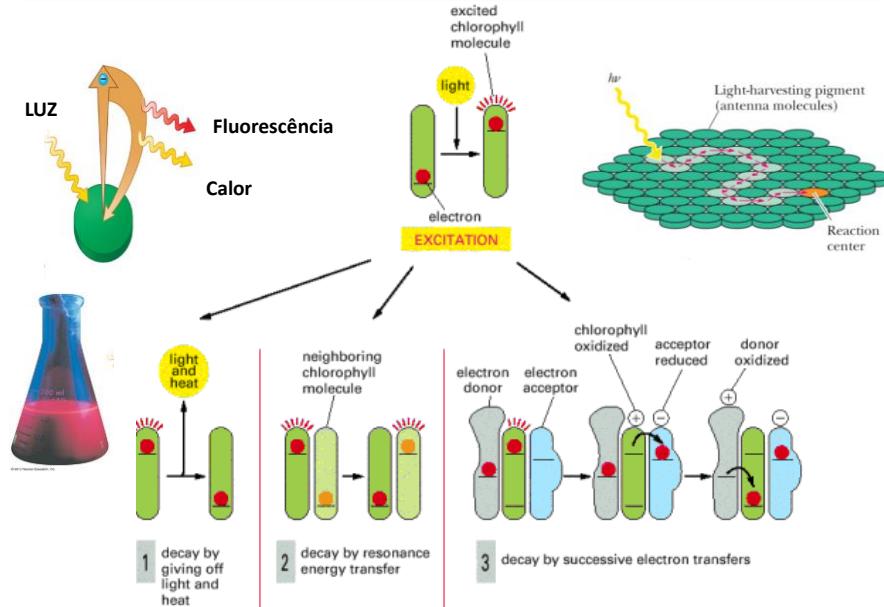
Estrutura dos Fotopigmentos

- ❖ Estrutura policíclica
- ❖ Cadeia lateral hidrofóbica



14

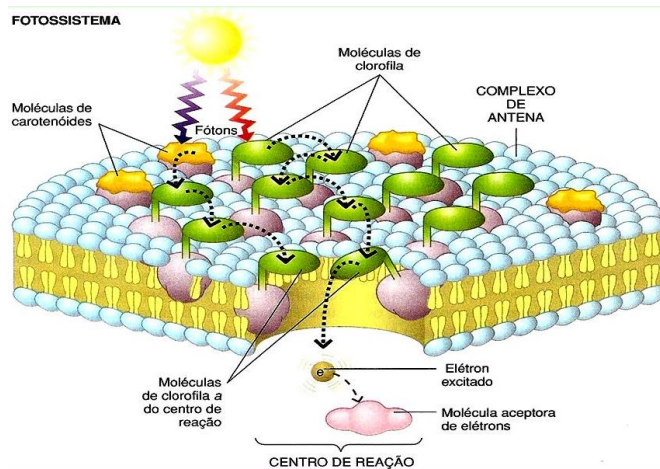
Transferência de Energia



15

Reações Luminosas: Fotossistemas

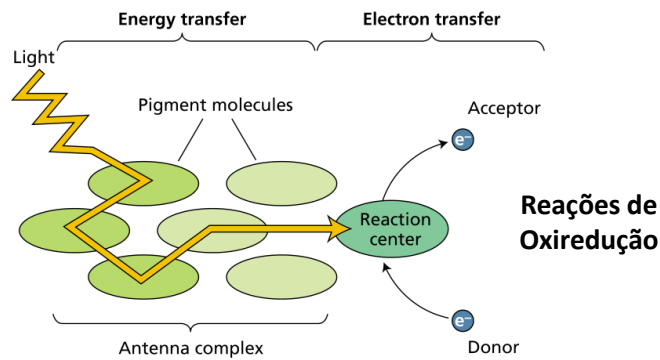
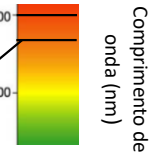
- ✓ **Complexo Antena:** captura a energia da Luz
- ✓ **Centro de Reação:** sítio onde a energia da Luz pode ser utilizada



16

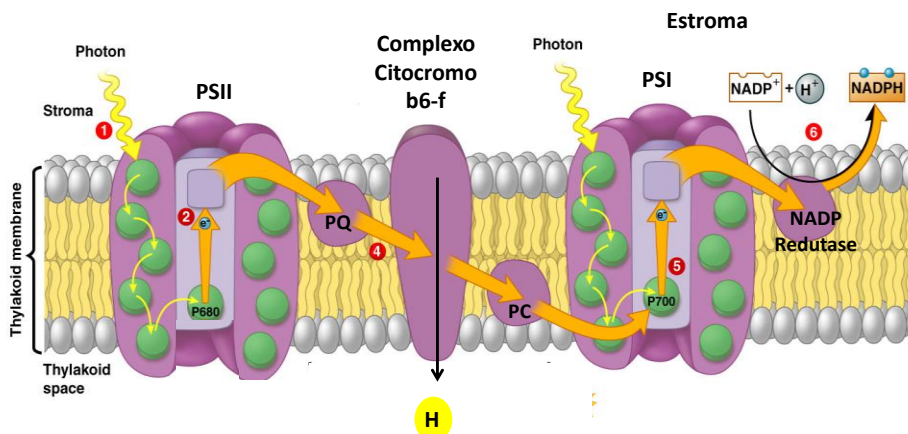
Dois Tipos de Fotossistemas

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



17

Fotossistema I e II conectados pela Cadeia Transpostadora de elétrons

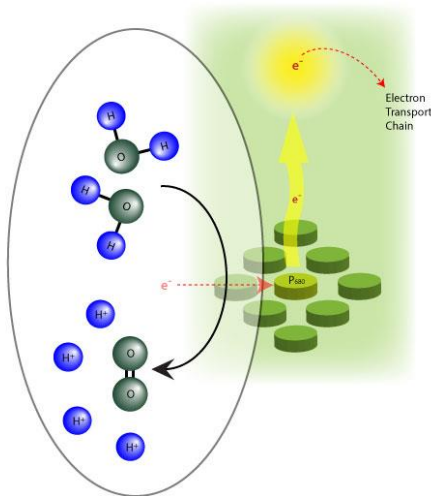
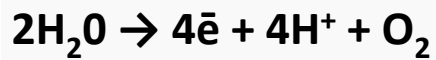


Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

PQ: Palstoquinona PC: Plastocianina

19

Fotossistema II: Fotólise da Água



20

Fotossíntese Artificial

- ❖ Reprodução artificial de um dos Fotossistemas
- ❖ Fotólise da água
- ❖ Geração de Oxigênio e Hidrogênio



21

Carreador Energético

❖ NADPH: Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato

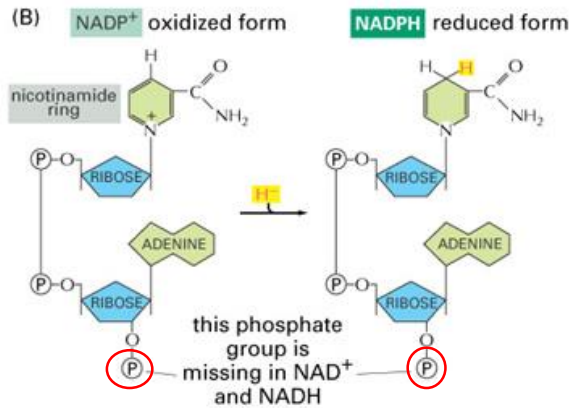


Figure 3-35 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

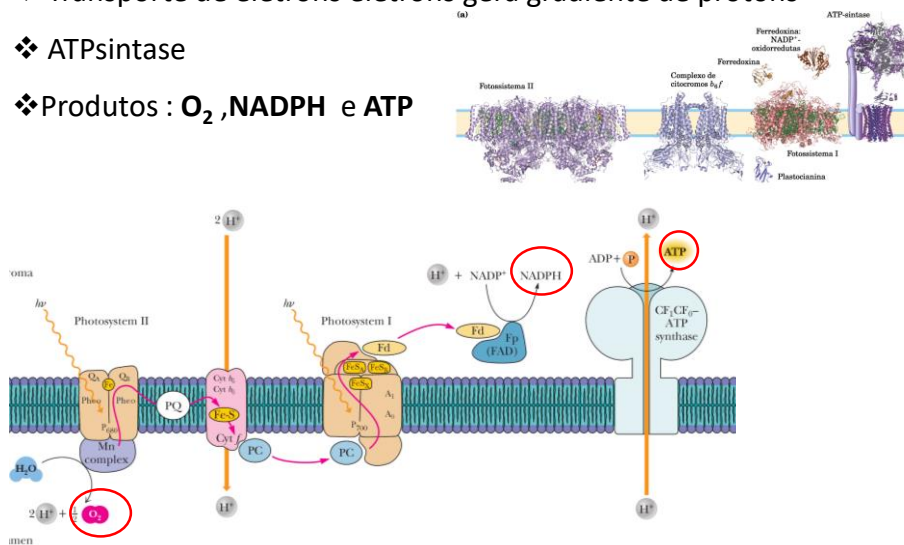
22

Reações Luminosas

❖ Transporte de elétrons elétrons gera gradiente de prótons

❖ ATPsintase

❖ Produtos : O₂ ,NADPH e ATP

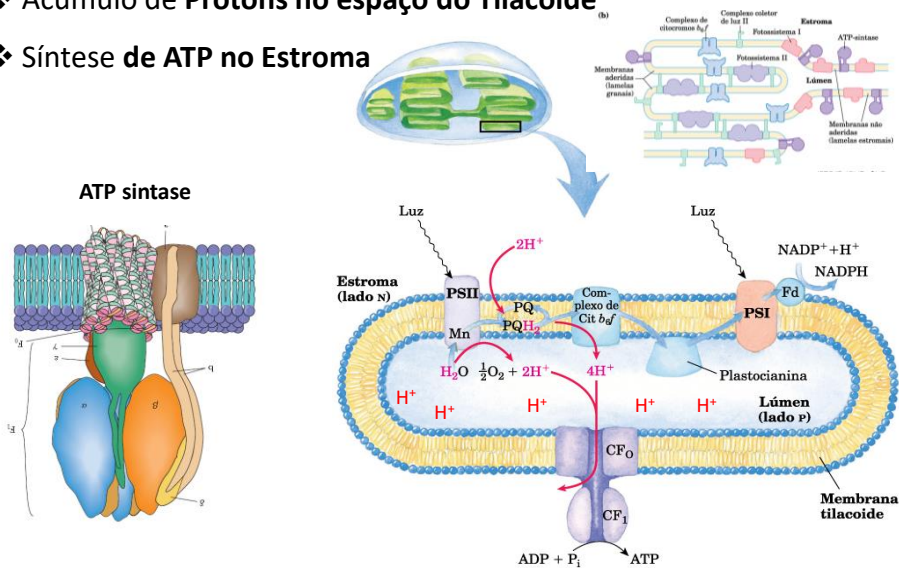


23

Reações Luminosas

❖ Acúmulo de **Prótons no espaço do Tilacóide**

❖ Síntese de **ATP no Estroma**



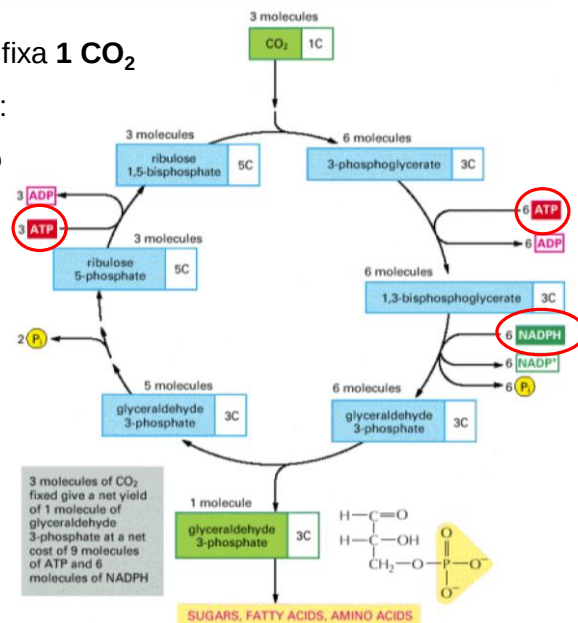
24

Reações de Fixação do CO₂ ou Ciclo de Calvin

❖ 1molécula de **Ribulose** fixa **1 CO₂**

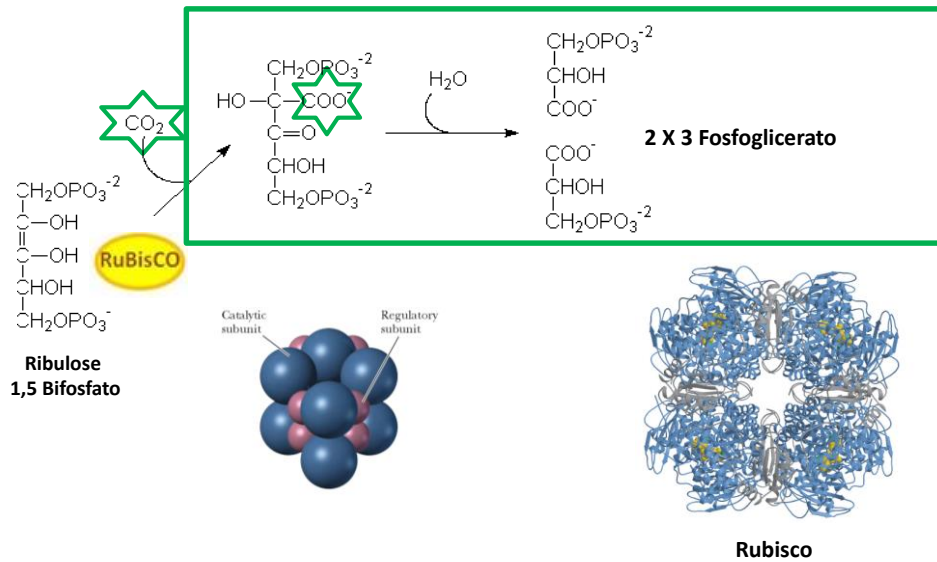
❖ Fixação de **3CO₂** produz:

1 Gliceraldeído 3 fosfato



25

Ciclo de Calvin: Estágio de Fixação do Carbono



26

Rubisco

✓ Rubisco (Ribulose-Bisfosfato Carboxilase Oxigenase)

Oxigenase?

CO_2 e O_2 competem pela Rubisco

Quando a Rubisco utiliza O_2 no lugar de CO_2

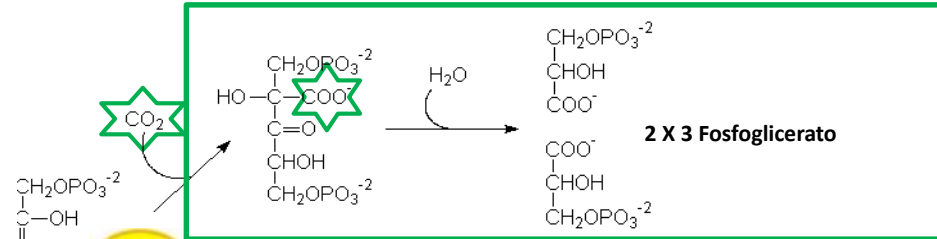


Fotorrespiração

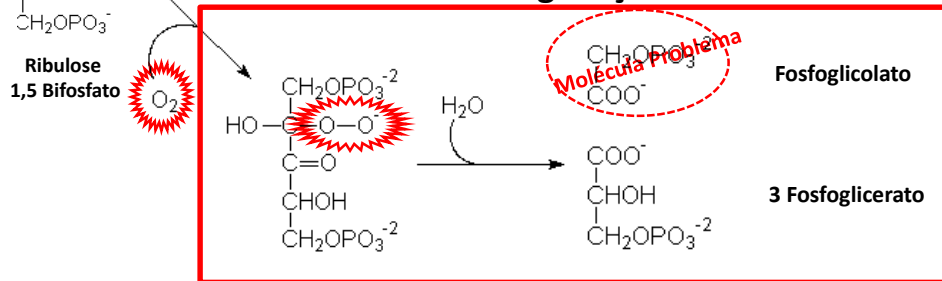
27

Rubisco: Carboxilação X Oxigenação

Carboxilação



Oxigenação



28

Fotossíntese X Fotorrespiração

✓ Reações simultâneas e competidoras



Carboxilação e Oxigenação

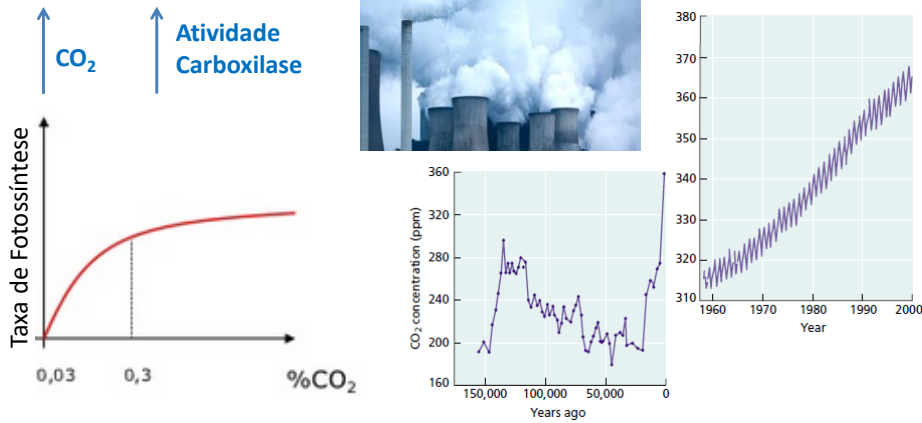
Fotorrespiração reduz a eficiência da **Fotossíntese!!**

29

Fotorrespiração e Fotossíntese

✓ O balanço é determinada por fatores Ambientais como :
Temperatura, [O₂] e [CO₂]

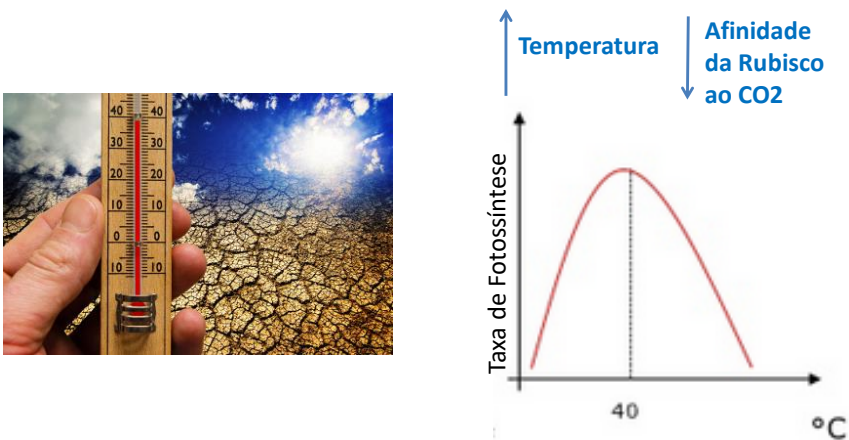
Concentração de CO₂ ao longo do tempo



30

Fotorrespiração e Fotossíntese

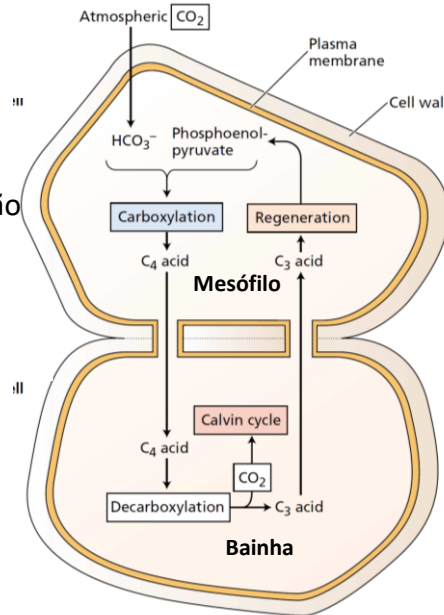
✓ O balanço é determinada por fatores Ambientais como :
Temperatura, [O₂] e [CO₂]



31

Metabolismo C4 em Plantas Tropicais

- ✓ **Mesófilo:** Fixação do CO_2 em Molécula de 4 C (Oxalacetato ou Aspartato)
- ✓ **Bainha:** Descarboxilação :liberação do CO_2 para o Ciclo de Calvin
- ✓ **Separação espacial**



32

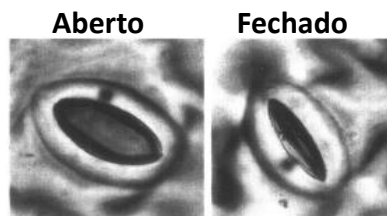
Como o CO_2 chega até as células fotossintetizantes?

- ✓ Caminho de difusão do CO_2 é o mesmo do vapor de água e O_2
- ✓ Através de estruturas conhecidas como **Estômatos**

Estômatos abertos:

CO_2 Entra ←

H_2O → Sai



- ✓ **Desafio das Plantas:** Absorver CO_2 sem perder Água

33

Metabolismo CAM

✓ Controle de perda de água e diminuição da

Crassuláceas

Fotorrespiração

✓ Modificações na abertura dos estômatos

✓ Abrem os **Estômatos a noite**

• Temporal: Dia e noite

• Espacial: Vacúolo e Cloroplasto



Cactos



Abacaxi



34

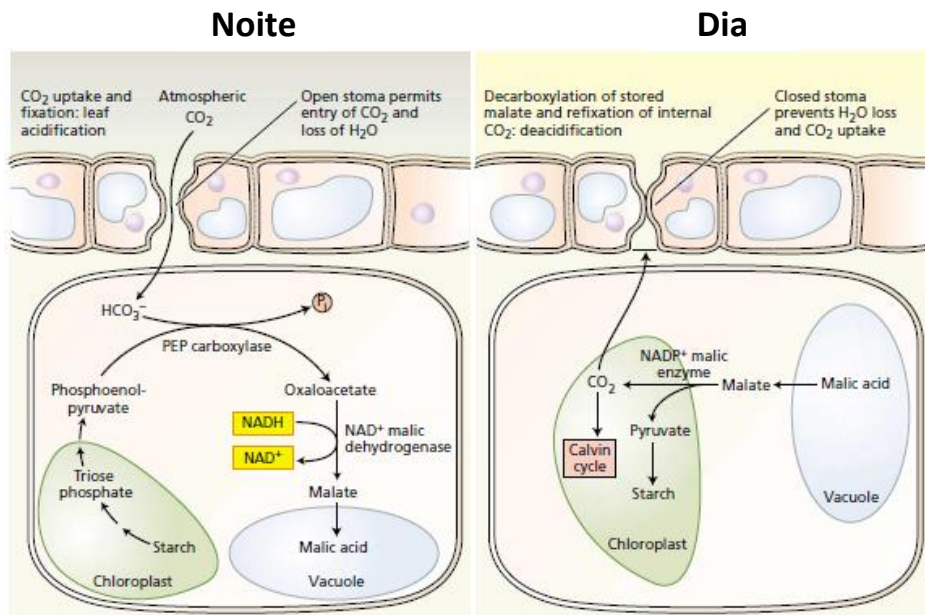
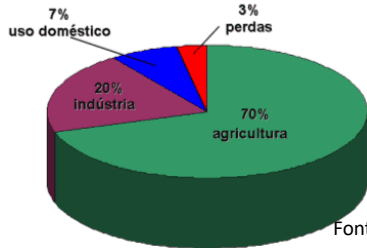


FIGURE 8.12 Crassulacean acid metabolism (CAM). Temporal separation of CO_2 uptake from photosynthetic reactions: CO_2 uptake and fixation take place at night, and decarboxylation and refixation of the internally released CO_2 occur during the day. The adaptive advantage of CAM is the reduction of water loss by transpiration, achieved by the stomatal opening during the night.

35

Eficiência no Uso da Água



✓ Distribuição do Uso da Água no Brasil

Fonte: SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água 2011

Gramas de Água perdida / para cada grama de CO₂ fixado



1° Lugar: CAM- 50 a 100 g

2° Lugar : C4-250 a 300g

3° Lugar : C3- 400 a 400 g



37

Metabolismo

	C3	C4	CAM
Distribuição	Ampla	Tropical, Subtropical	Desértico
Produto da Fixação de CO ₂	Fosfoglicerato	Malato , Aspartato	Malato
Fotorrespiração	40% da Fotossíntese	Não se detecta	Baixa
Crescimento (g/m ² dia)	5-20	40-50	0,2
Produtividade (t/ha ano)	10-30	60-80	<10
Exemplos	Trigo, cevada	Milho, Cana-de-açúcar	Abacaxi, cactos

38