



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



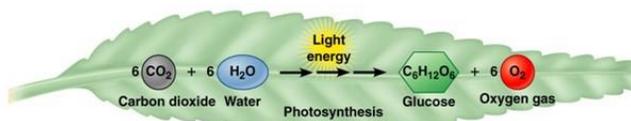
## Organelas Transdutora de Energia: Cloroplasto - Fotossíntese

Disciplina: Biologia Geral  
Prof: Tatiane da Franca Silva

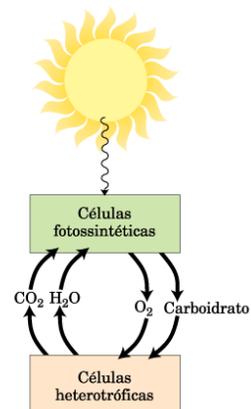
1

### 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.

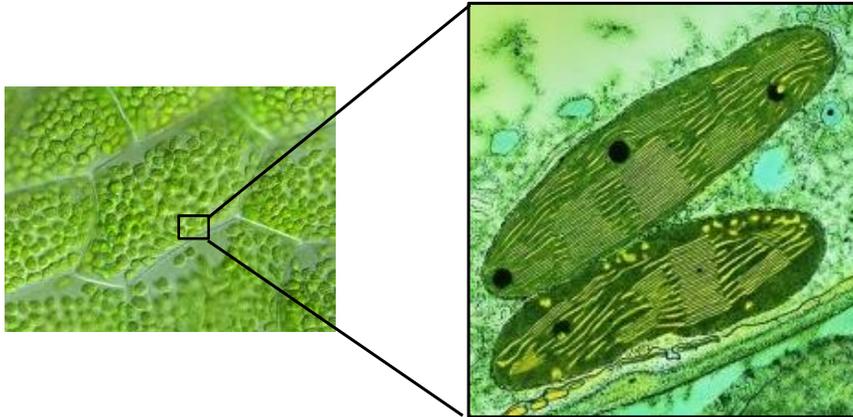


2

## Organismos Fotossintetizantes

❖ Eucarioto – Algas e Plantas

Presença de organela especializada: **Cloroplasto**

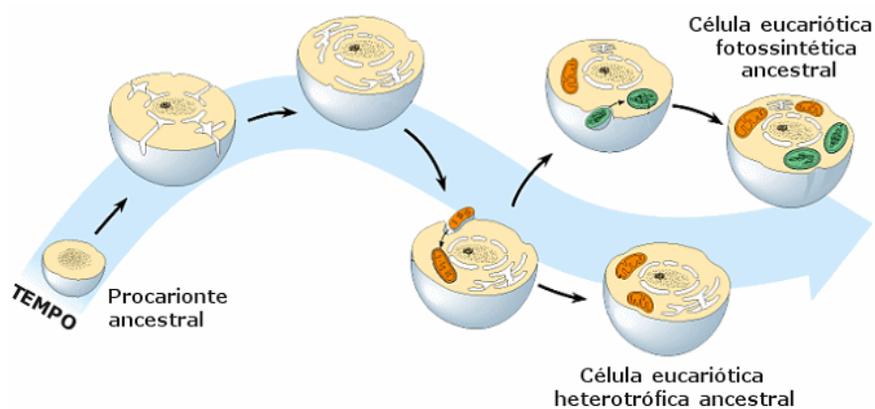


3

## 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*

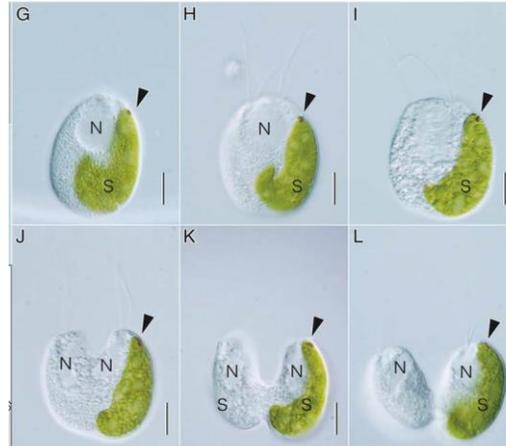


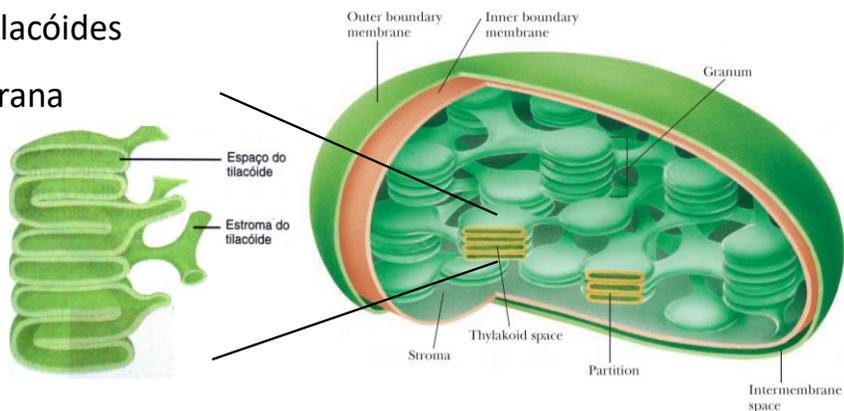
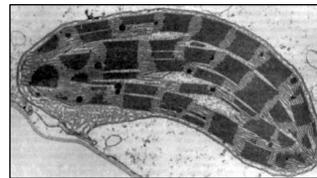
Figure 1. *Hatena arenicola* gen. et sp. nov. A. Ventral view of a symbiont-bearing cell showing two flagella and an eyespot of the symbiont (arrowhead). B,C. Sampling sites. D. The same cell in a different focal plane, showing two rows of conspicuous Type I ejectisomes. E. A cell lacking the symbiont. 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  $\mu$ m in A, D-L.

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

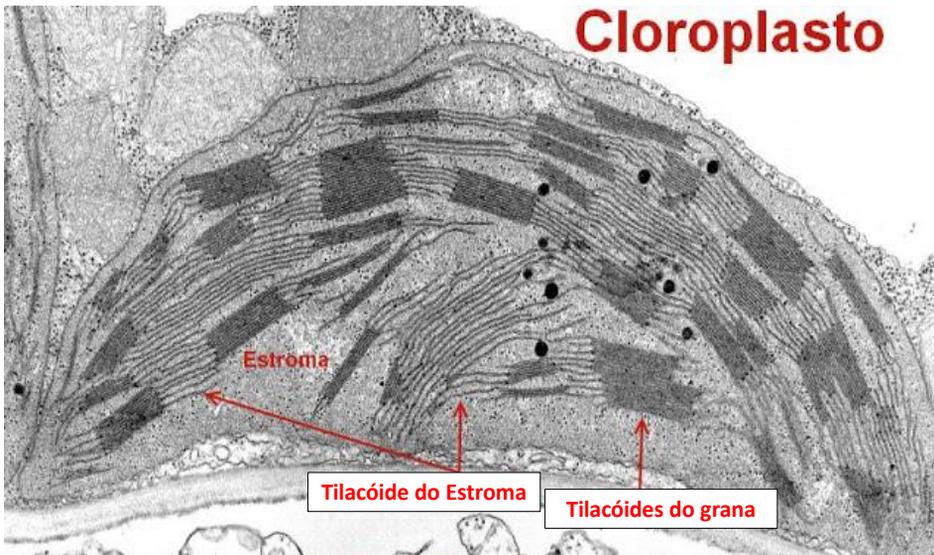
5

## Estrutura do Cloroplasto

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

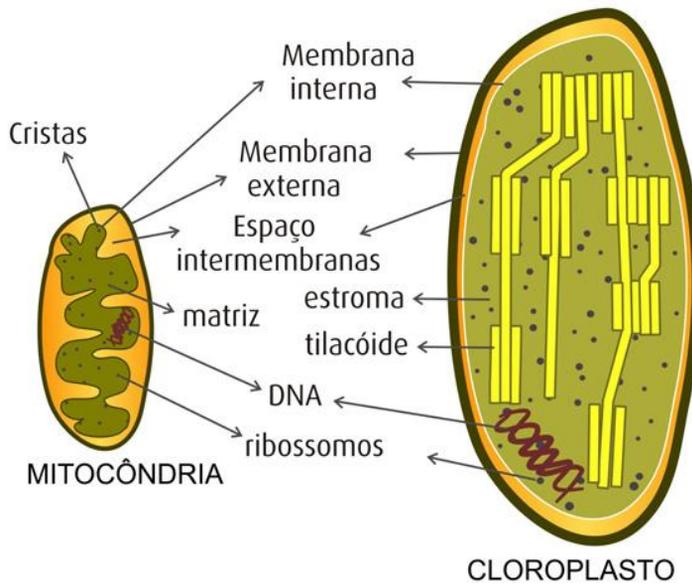


6

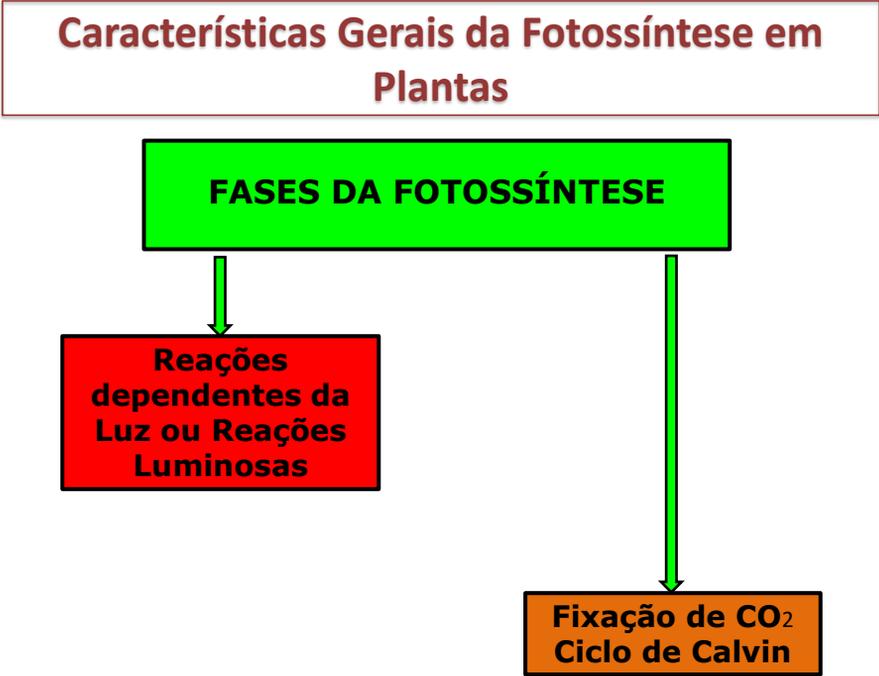


7

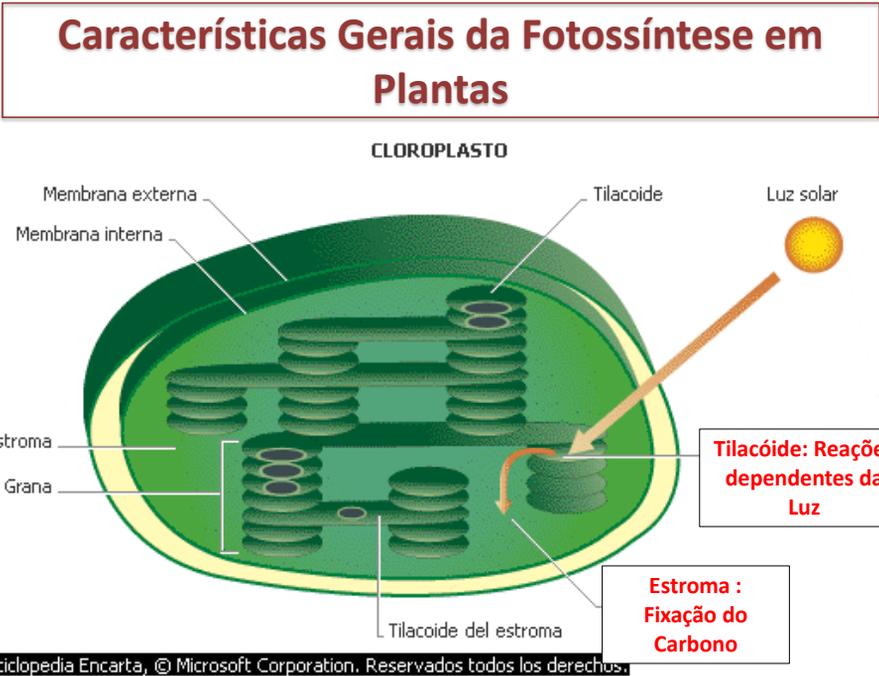
## Mitocôndria X Cloroplasto



8



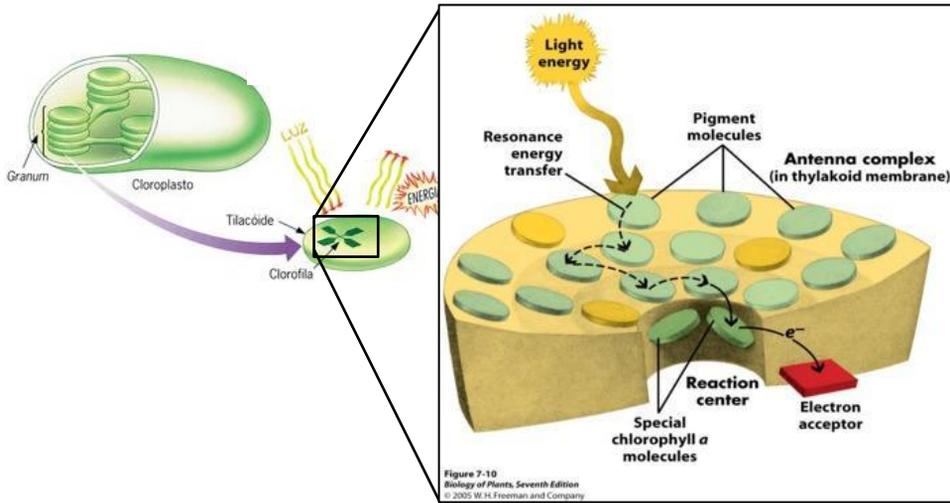
10



11

## Reações Luminosas: Fossistemas

❖ Unidades fotossintéticas localizadas na membrana do Tilacóide

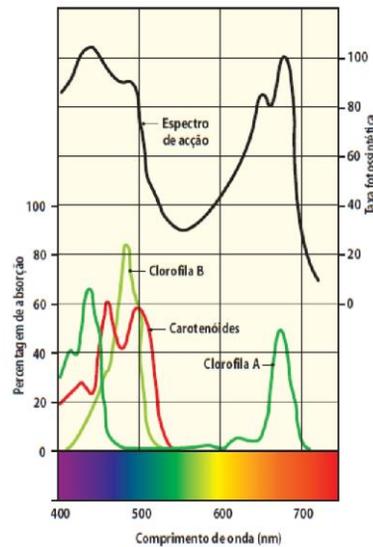
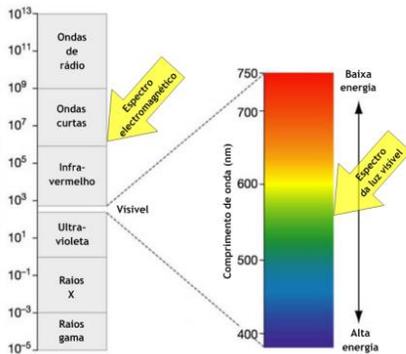


12

## Pigmentos Fotossintetizantes

Moléculas capazes de absorver a energia do Sol

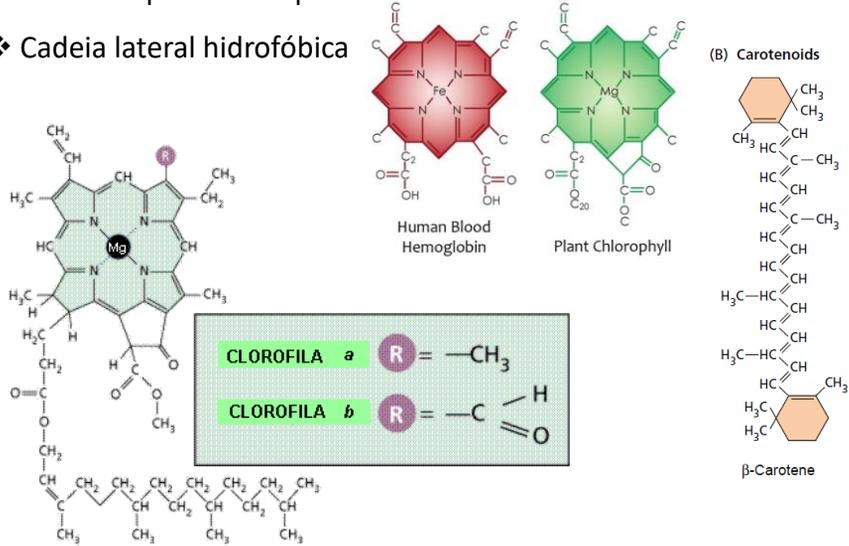
- ✓ Clorofila A
- ✓ Clorofila B
- ✓ Carotenóides



13

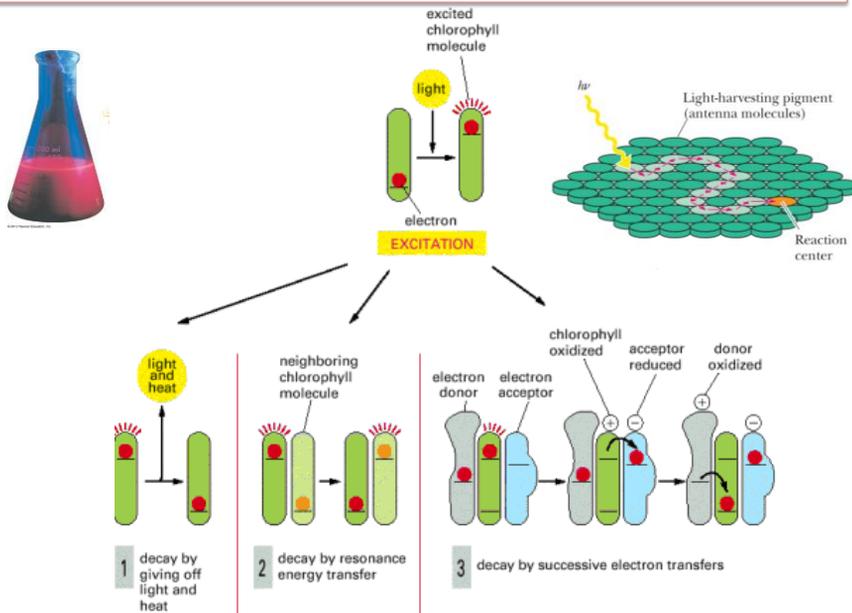
## Estrutura dos Fotopigmentos

- ❖ Estrutura policíclica - porfirina
- ❖ Cadeia lateral hidrofóbica



14

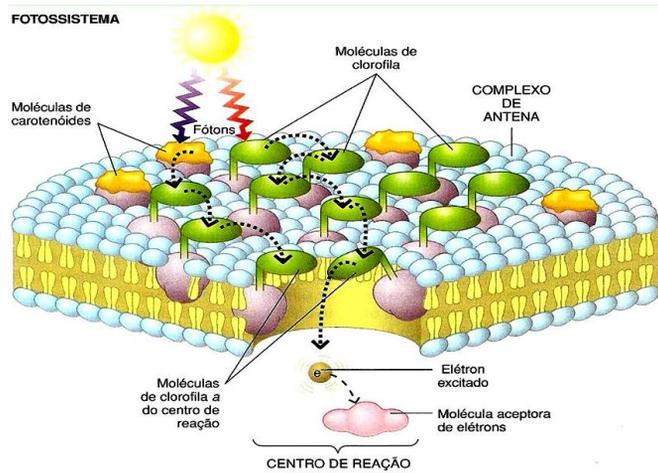
## Transferência de Energia



15

## Reações Luminosas: Fotossistemas

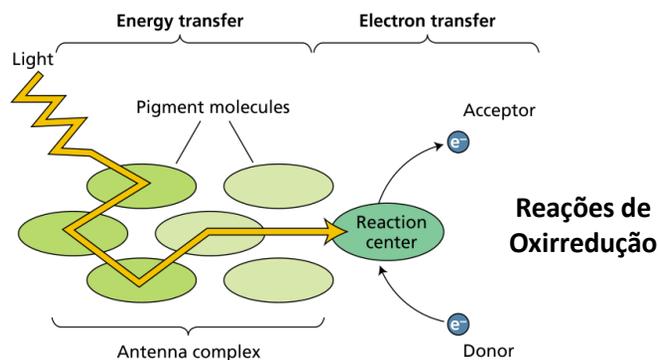
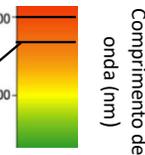
- ✓ **Complexo Antena:** captura a energia da Luz
- ✓ **Centro de Reação:** sítio onde a energia da Luz pode ser utilizada



16

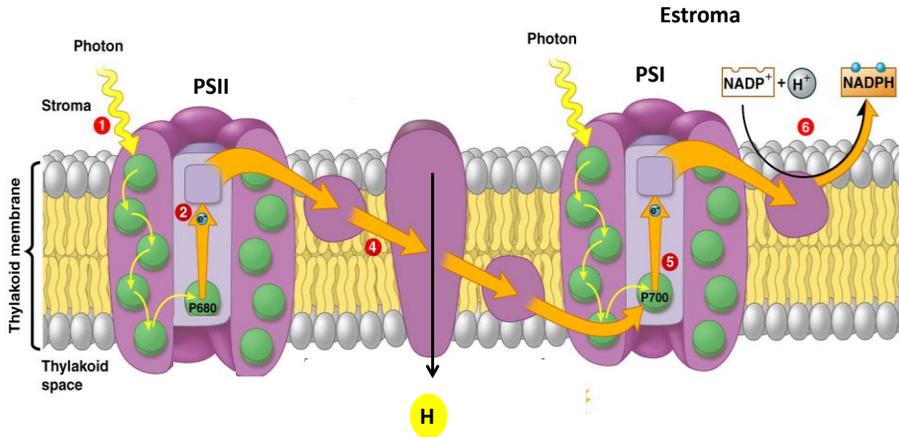
## Dois Tipos de Fotossistemas

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



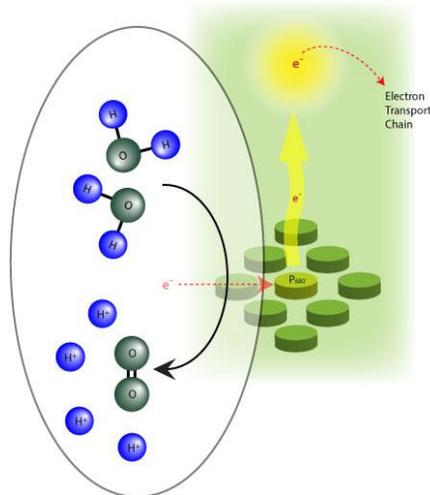
17

## Fotossistema I e II conectados pela Cadeia Transpostadora de elétrons



20

## Fotossistema II: Fotólise da Água



21

## Fotossíntese Artificial

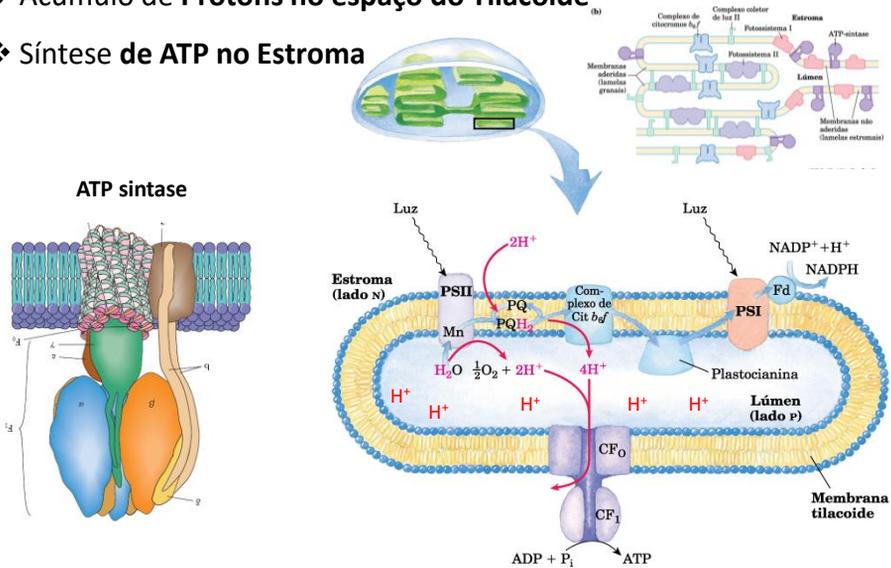
- ❖ Reprodução artificial de um dos Fotossistemas
- ❖ Fotólise da água
- ❖ Geração de Oxigênio e Hidrogênio



22

## Reações Luminosas

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



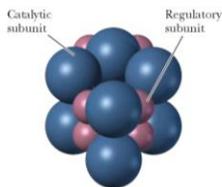
25

## Reações de Fixação do CO<sub>2</sub> ou Ciclo de Calvin

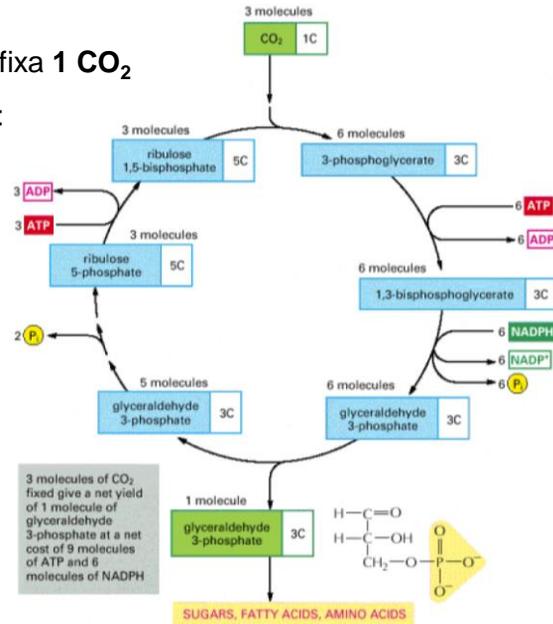
❖ 1 molécula de **Ribulose** fixa 1 CO<sub>2</sub>

❖ Fixação de 3CO<sub>2</sub> produz:

1 **Gliceraldeído 3 fosfato**



**Rubisco: Ribulose-Bisfosfato Carboxilase Oxigenase**



26

## Rubisco

✓ Rubisco ( Ribulose-Bisfosfato Carboxilase Oxigenase)

Oxigenase?

CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> competem pela Rubisco

Quando a Rubisco utiliza O<sub>2</sub> no lugar de CO<sub>2</sub>

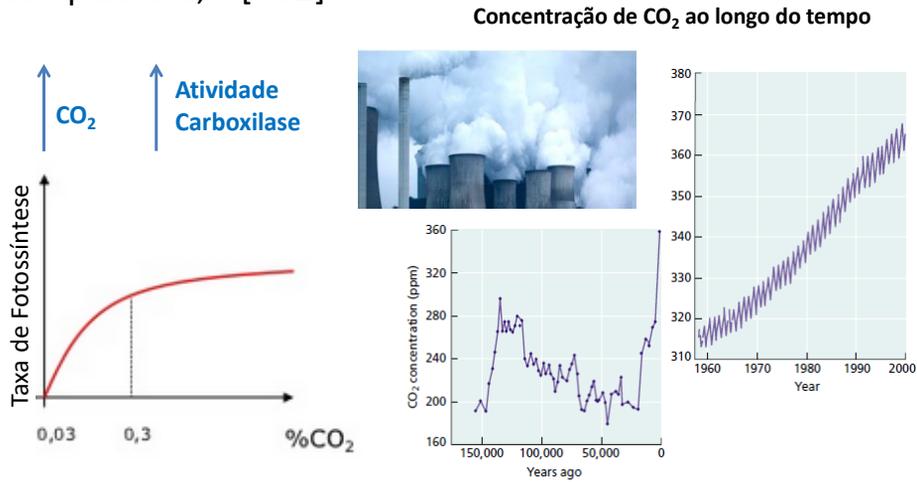


**Fotorrespiração**

28

## Fotorrespiração e Fotossíntese

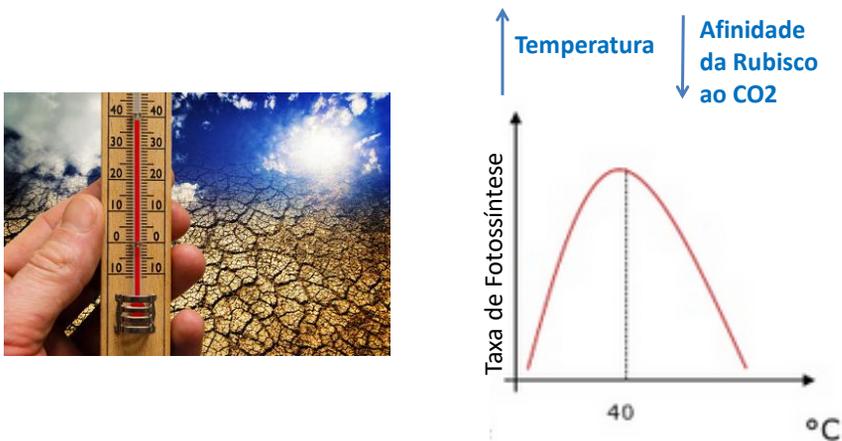
✓ O balanço é determinada por fatores Ambientais como :  
Temperatura, e [CO<sub>2</sub>]



31

## Fotorrespiração e Fotossíntese

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



32

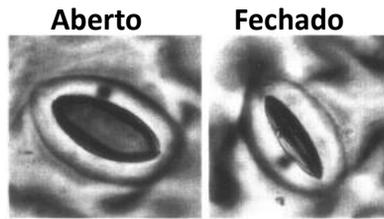
## Como o CO<sub>2</sub> chega até as células fotossintetizantes?

- ✓ Caminho de difusão do CO<sub>2</sub> é o mesmo do vapor de água e O<sub>2</sub>
- ✓ Através de estruturas conhecidas como **Estômatos**

**Estômatos abertos:**

CO<sub>2</sub> ← **Entra**

H<sub>2</sub>O → **Sai**

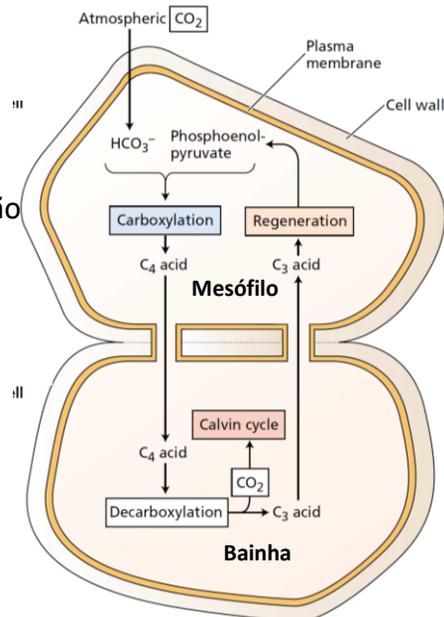


- ✓ Desafio das Plantas: Absorver CO<sub>2</sub> sem perder Água

33

## 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
- ✓ **Separação espacial**



34

# Metabolismo CAM

- ✓ Controle de perda de água e diminuição da Fotorrespiração

Crassuláceas



- ✓ Modificações na abertura dos estômatos

- ✓ Abrem os **Estômatos a noite**

Cactos

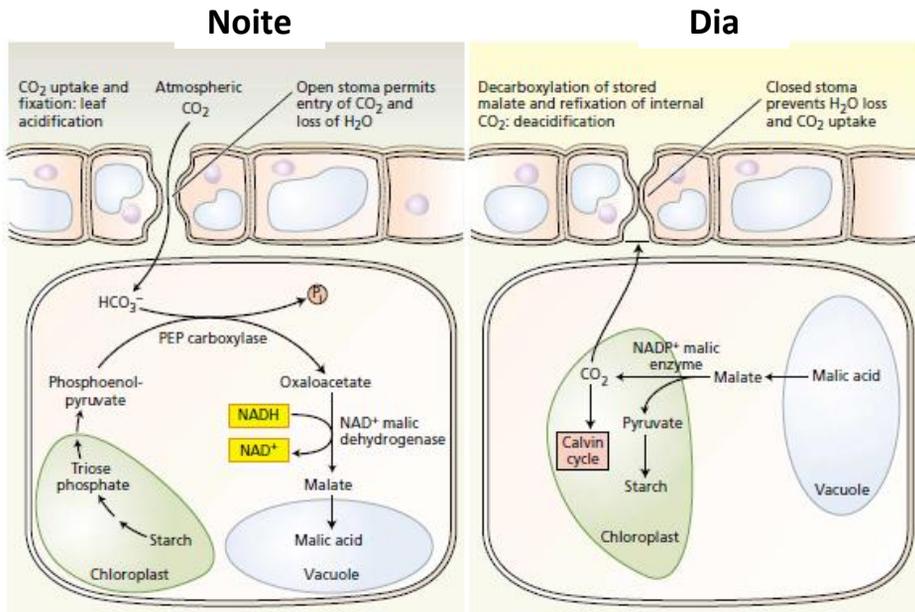


Abacaxi



- Temporal: Dia e noite
- Espacial: Vacúolo e Cloroplasto

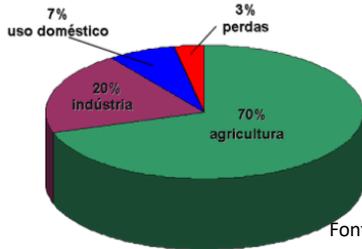
35



**FIGURE 8.12** Crassulacean acid metabolism (CAM). Temporal separation of CO<sub>2</sub> uptake from photosynthetic reactions: CO<sub>2</sub> uptake and fixation take place at night, and decarboxylation and refixation of the internally released CO<sub>2</sub> 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.

36

## Eficiência no Uso da Água



✓ Distribuição do Uso da Água no Brasil

Fonte: SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água 2011

### Gramma 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



38

Metabolismo	C3	C4	CAM
Distribuição	Ampla	Tropical, Subtropical	Desértico
Produto da Fixação de CO2	Fosfoglicerato	Malato , Aspartato	Malato
Fotorrespiração	40% da Fotossíntese	Não se detecta	Baixa
Crescimento (g/m <sup>2</sup> 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

39