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

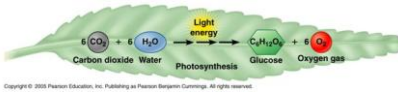
Cloroplasto e Fotossíntese

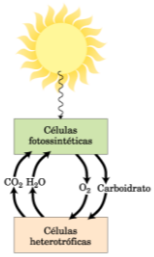
Disciplina: Biologia Geral
Prof: Tatiane da Franca Silva

Fotossíntese: Captura da Energia Luminosa

✓Energia solar é fonte de toda a energia biológia

✓ Conversão de Energia Luminosa em Energia Química

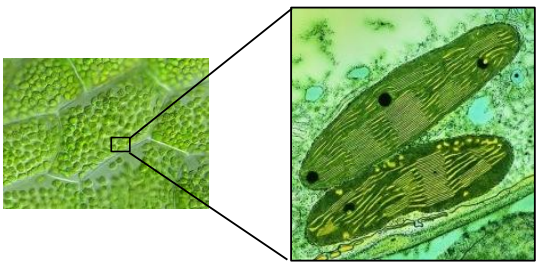




Organismos Fotossintetizantes

❖ Eucarioto – Algas e Plantas

Presença de organela especializada: **Cloroplasto**



✓Origem da organela: teoria do Endossimbionte

✓*Hatena arenicola* e seu Endossimbionte *Nephroselmis*

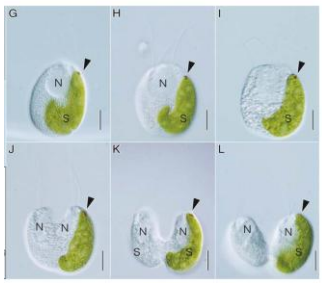
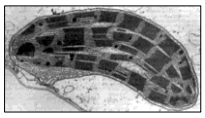


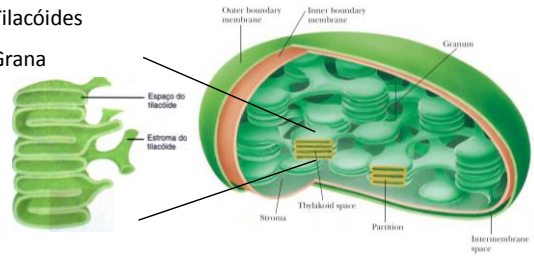
Figure 1. *Hatena arenicola* gen. et sp. nov. **A**, Ventral view of a symbiont-bearing cell showing two flagella and an eyespot of the symbiont (arrowhead). **B,C**, Sampling site. **D**, The same cell in a different focal plane, showing two rows of conspicuous Type I ejectisomes. **E**, A cell lacking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

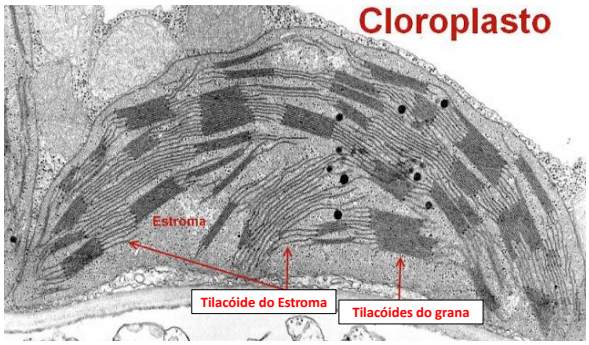
Protist, Vol. 157, 401–419, August 2006
http://www.elsevier.de/protis
Published online date 7 August 2006

Estrutura do Cloroplasto

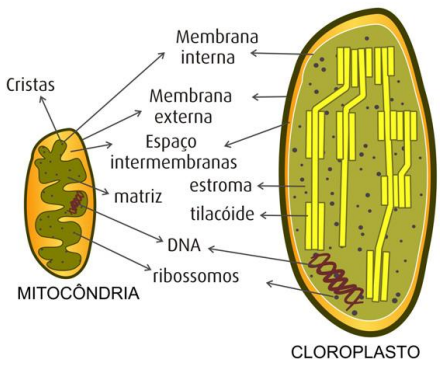
- ✓Membrana Externa
- ✓Membrana Interna
- ✓Estroma
- ✓Tilacóides
- ✓Grana







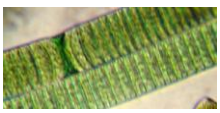
Mitocôndria X Cloroplasto



Procariotos Fotossintetizantes

- ❖ Bactérias fotossintéticas

Ex: Cianobactérias

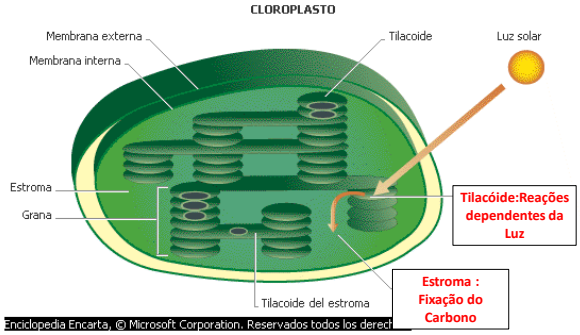


Características Gerais da Fotossintese em Plantas

FASES DA FOTOSSÍNTESE

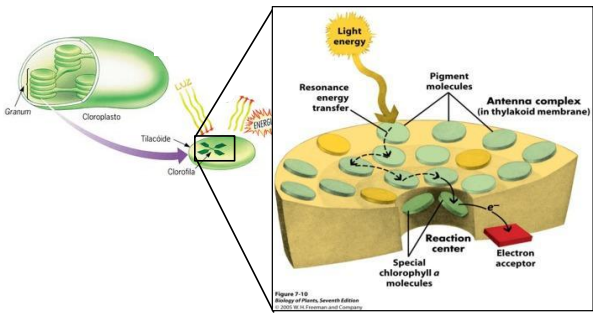
- **Reações dependentes da Luz**
- **Fixação de CO_2 Ciclo de Calvin**

Características Gerais da Fotossintese em Plantas



Reações Luminosas: Fotossistemas

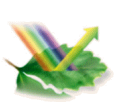
❖ Unidades fotossintéticas localizadas na membrana do Tilacóide

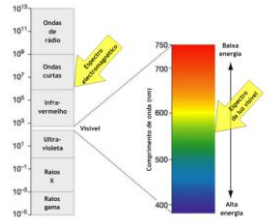


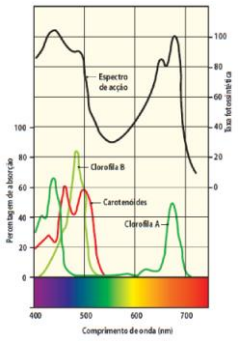
Pigmentos Fotossintetizantes

Moléculas capazes de absorver a energia do Sol

- ✓Clorofila A
- ✓ Clorofila B
- ✓ Carotenóides

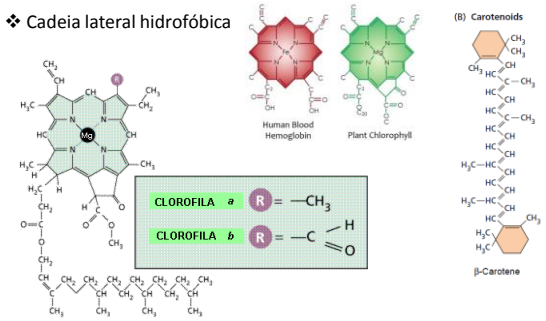




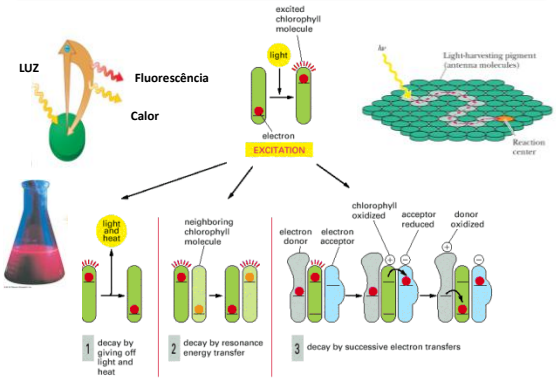


Estrutura dos Fotopigmentos

- Estrutura policíclica
- Cadeia lateral hidrofóbica



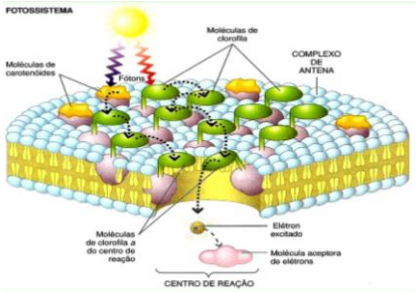
Transferência de Energia



Reações Luminosas: Fotossistemas

✓**Complexo Antena:** captura a energia da Luz

✓**Centro de Reação**: sítio onde a energia da Luz pode ser utilizada

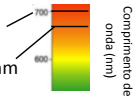


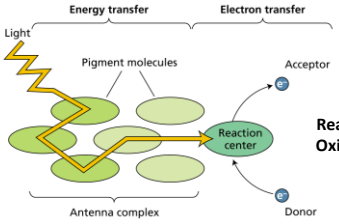
Dois Tipos de Fotossistemas

✓**Fotossistem I (PSI)** : Absorve na faixa de 700 nm

✓ **Fotossistema II (PSII)**: Absorve na faixa de 680nm

✓ Diferem quanto ao doador de elétrons

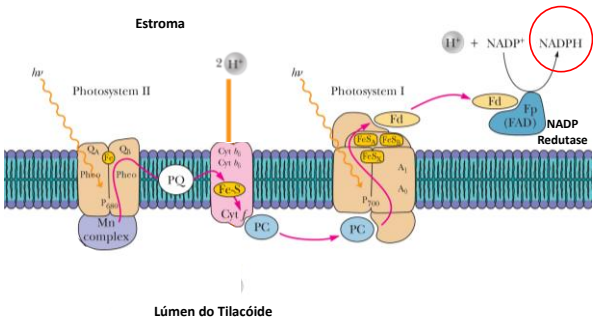




Reações de Oxiredução

Fotossistemas I e II

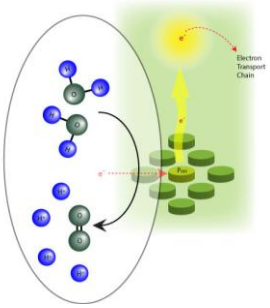
✓PSII e PSI : Conectados pela **Cadeia Transportadora de Elétrons**



PQ: Palstoquinona PC: Plastocianina Fd: Ferredoxina

Fotossistema II: Fotólise da Água

$2H_20 \rightarrow 4\bar{e} + 4H^+ + O_2$



Fotossíntese Artificial

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

Carreador Energético

- NADPH: Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato

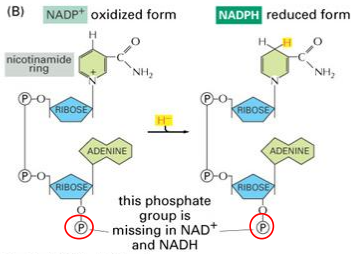
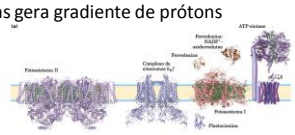
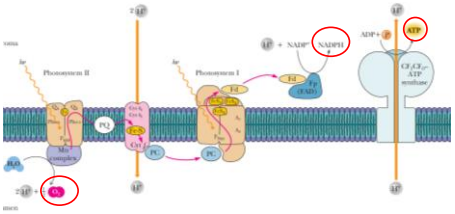


Figure 3-35 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

Reações Luminosas

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

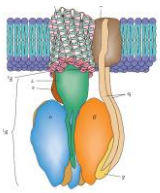


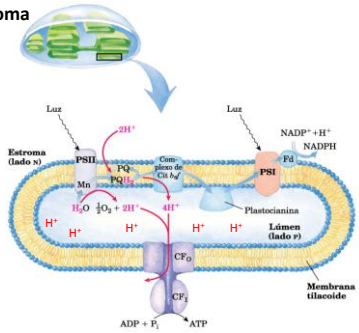


Reações Luminosas

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

ATP sintase

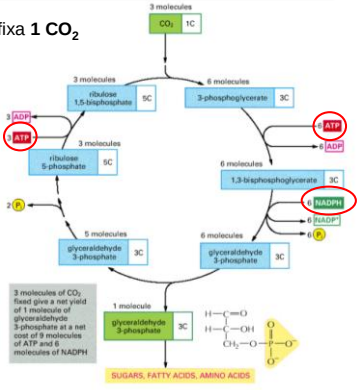




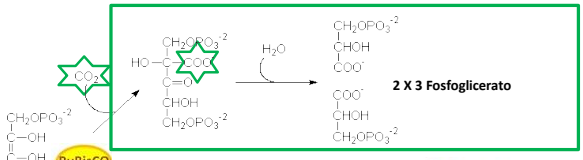
Reações de Fixação do CO_2 ou Ciclo de Calvin

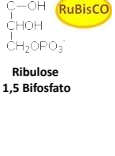
- 1molécula de **Ribulose** fixa **1 CO_2**
- Fixação de **3CO_2** produz:

1 **Gliceraldeído 3 fosfato**

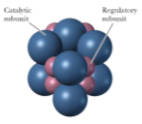


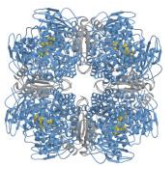
Ciclo de Calvin: Estágio de Fixação do Carbono





Ribulose 1,5 Bifosfato





Rubisco

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

Fotossíntese X Fotorrespiração

✓Reações simultâneas e competidoras

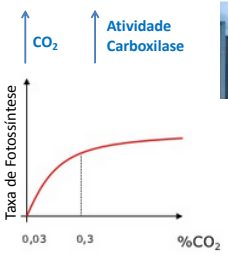
RuBisCO Carboxilação e Oxigenação

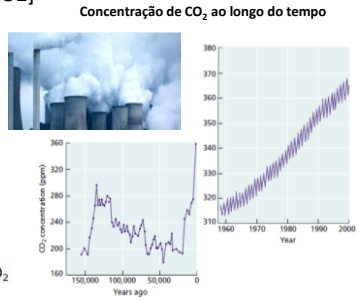
Fotorrespiração reduz a eficiência da **Fotossíntese!!**

Fotorrespiração e Fotossíntese

✓O balanço é determinada por fatores Ambientais como :

Temperatura, [O2] e [CO2]

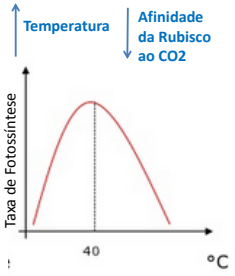




Fotorrespiração e Fotossíntese

✓O balanço é determinada por fatores Ambientais como :

Temperatura, [O2] e [CO2]

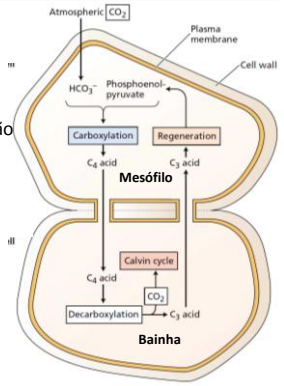


Metabolismo C4 em Plantas Tropicais

✓ **Mesófilo**: Fixação do CO_2 em Molécula de 4 C (Oxalacetato ou Aspartato)

✓**Bainha:** Descarboxilação :liberação do CO_2 para o Ciclo de Calvin

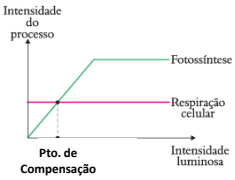
✓**Separação espacial**

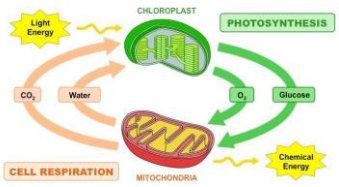


Fotossíntese e Respiração

✓Ponto de Compensação:

CO_2 produzido na Respiração = CO_2 usado na Fotossíntese





Como o CO_2 chega até as células fotossintetizantes?

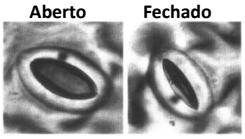
✓Caminho de difusão do CO_2 é o mesmo do vapor de água e O_2

✓Através de estruturas conhecidas como **Estômatos**

Estômatos abertos:

CO_2 Entra

H_2O Sai



✓Desafio das Plantas: Absorver CO_2 sem perder Água

Metabolismo CAM

✓ Controle de perda de água e diminuição da Fotorrespiração

✓Modificações na abertura dos estômatos

✓Abrem os **Estômatos a noite**

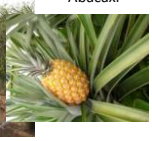
• Temporal: Dia e noite

• Espacial: Vacúolo e Cloroplasto

Crassuláceas

Cactos

Abacaxi



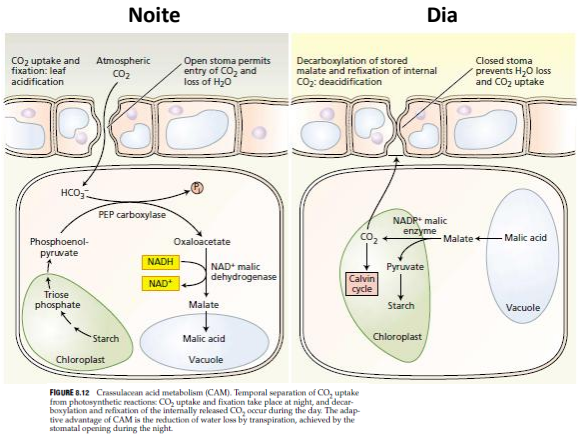
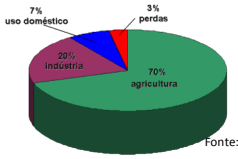


FIGURE 8.12 Crassulacean acid metabolism (CAM). Temporal separation of CO_2 uptake from photosynthetic reactions: CO_2 uptake and fixation take place at night, and decarboxylation and refixation of the internally released CO_2 occur during the day. The adaptive advantage of CAM is the reduction of water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

Eficiência no Uso da Água



✓Distribuição do Uso da Água no Brasil

Fonte: SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água 2011

Grama 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

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
Crescimetno (g/m² 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