

Fisiologia Vegetal

Objetivos da aula:

Fotossíntese:

- relevância
- natureza da luz
- pigmentos fotossintéticos
- espectros de absorção



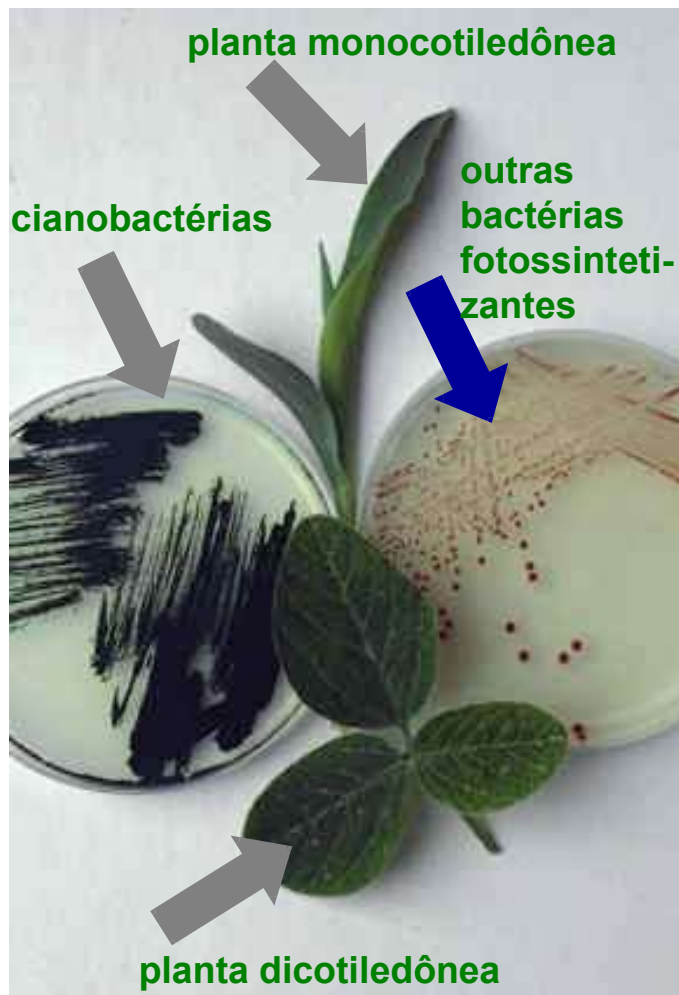
Bibliografia:

Lehninger – Principles of Biochemistry

Taiz – Plant Physiology

Fotossíntese:

Processo pelo qual a energia da luz é utilizada por organismos para síntese de moléculas orgânicas.



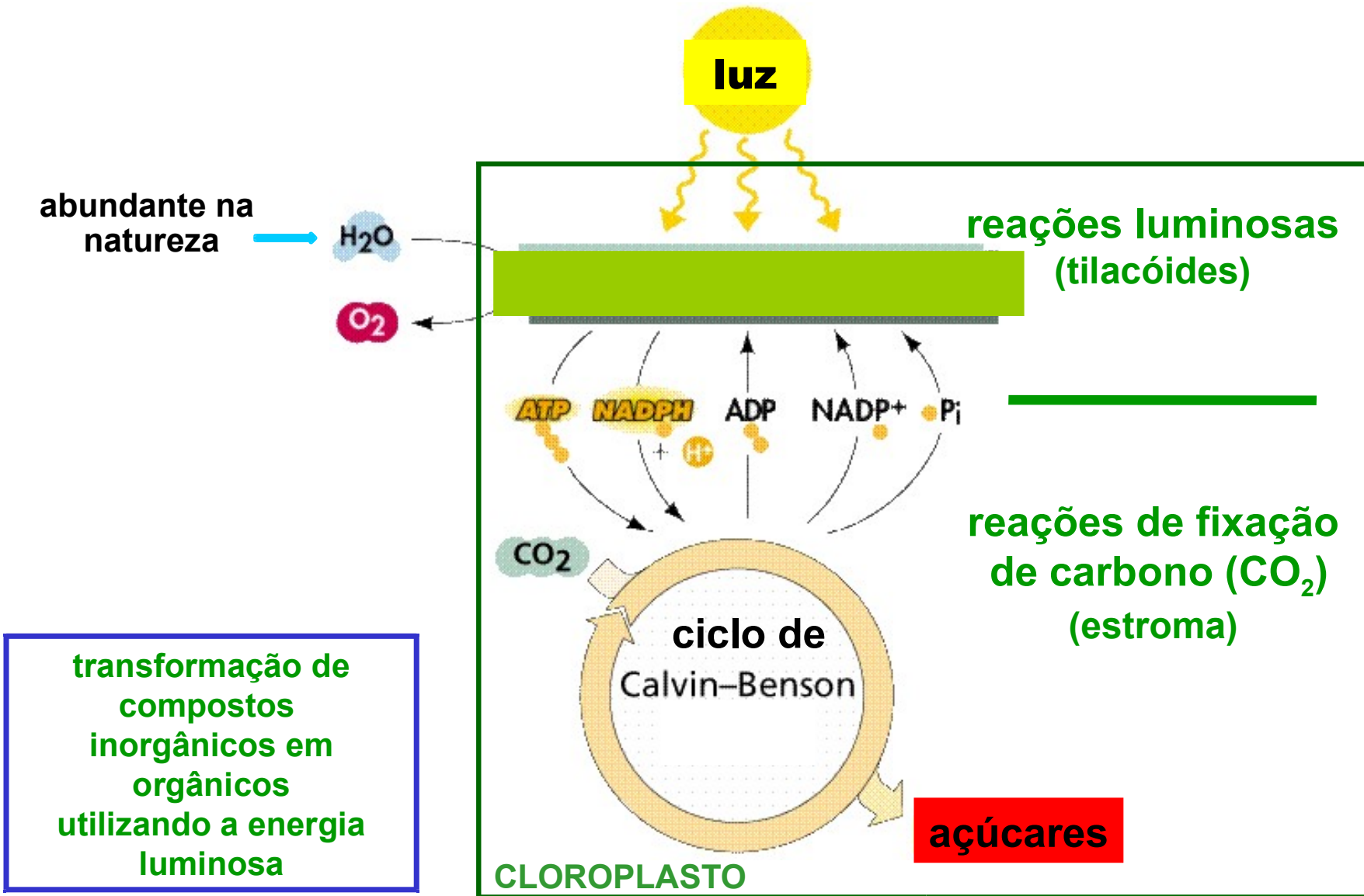
Organismos capazes de realizar fotossíntese são organismos fotoautotróficos.

Esses organismos são capazes de captar e utilizar a energia solar para a síntese de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas

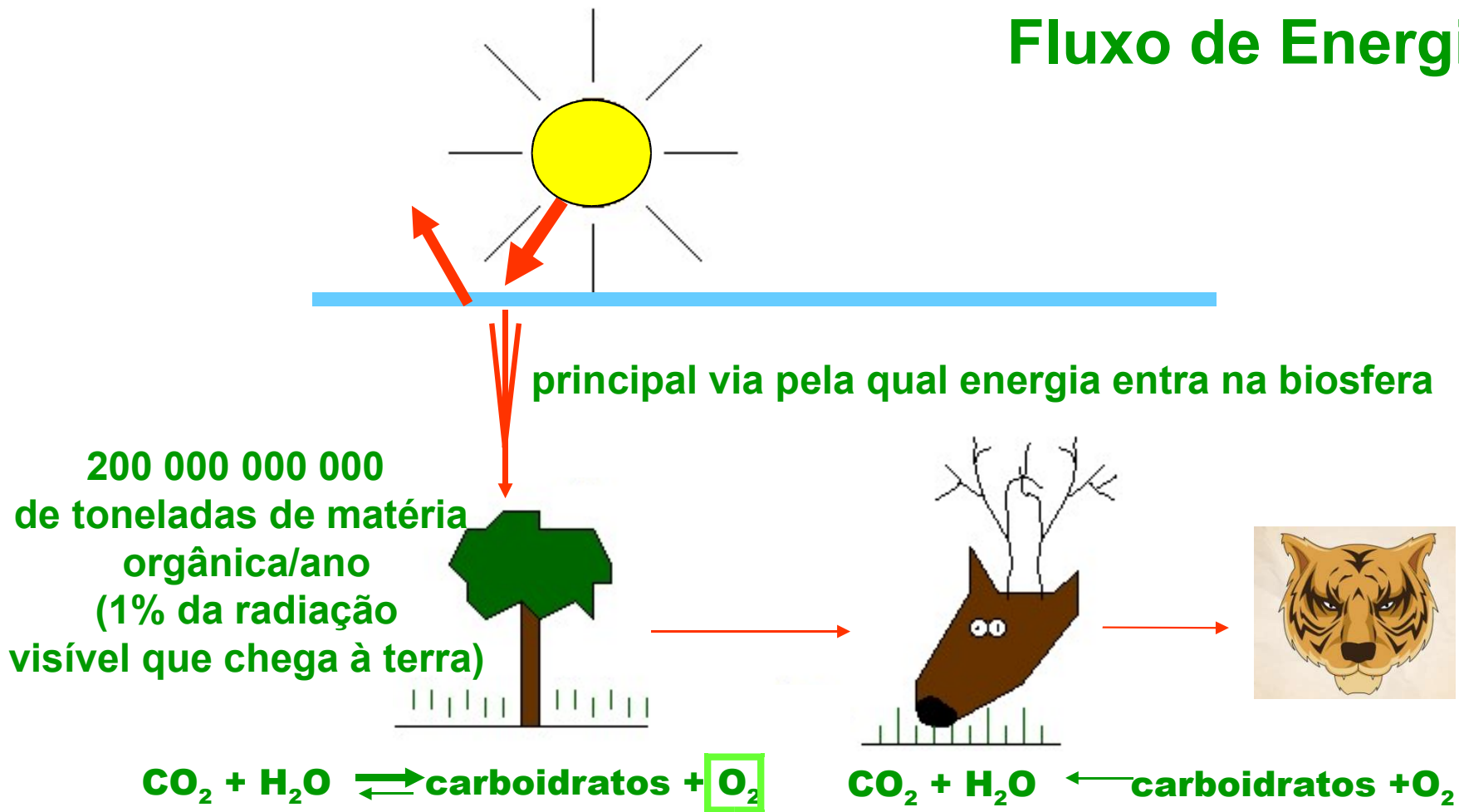
A energia armazenada nestas moléculas orgânicas move o metabolismo desses organismos.

→ fotossíntese oxigênica

As reações da fotossíntese ocorrem no cloroplasto:



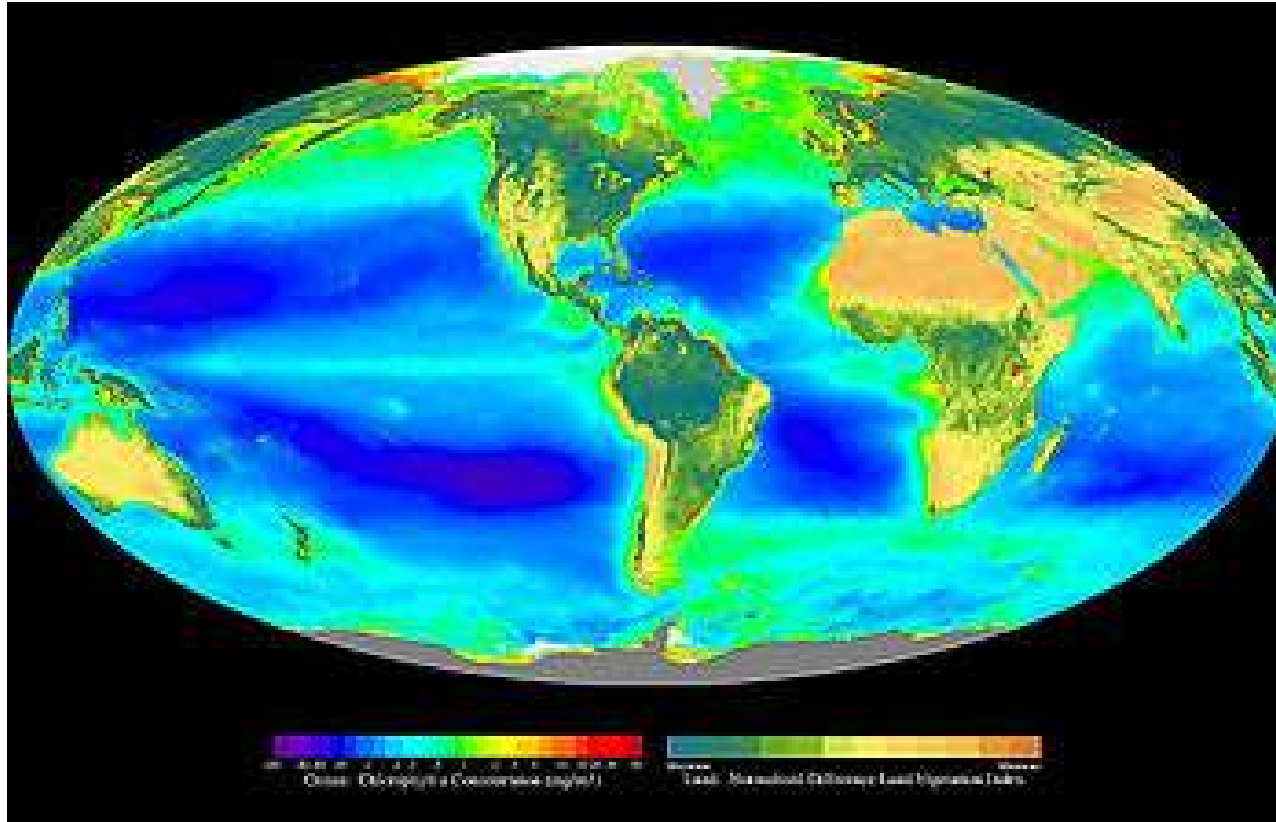
Fluxo de Energia



Carboidratos produzidos via fotossíntese são a fonte de energia para os organismos que os produzem e para os organismos não fotossintéticos que os consomem direta ou indiretamente.

Concentração de clorofila mg/m^3

40% da fixação de C se dá no fitoplâncton marinho

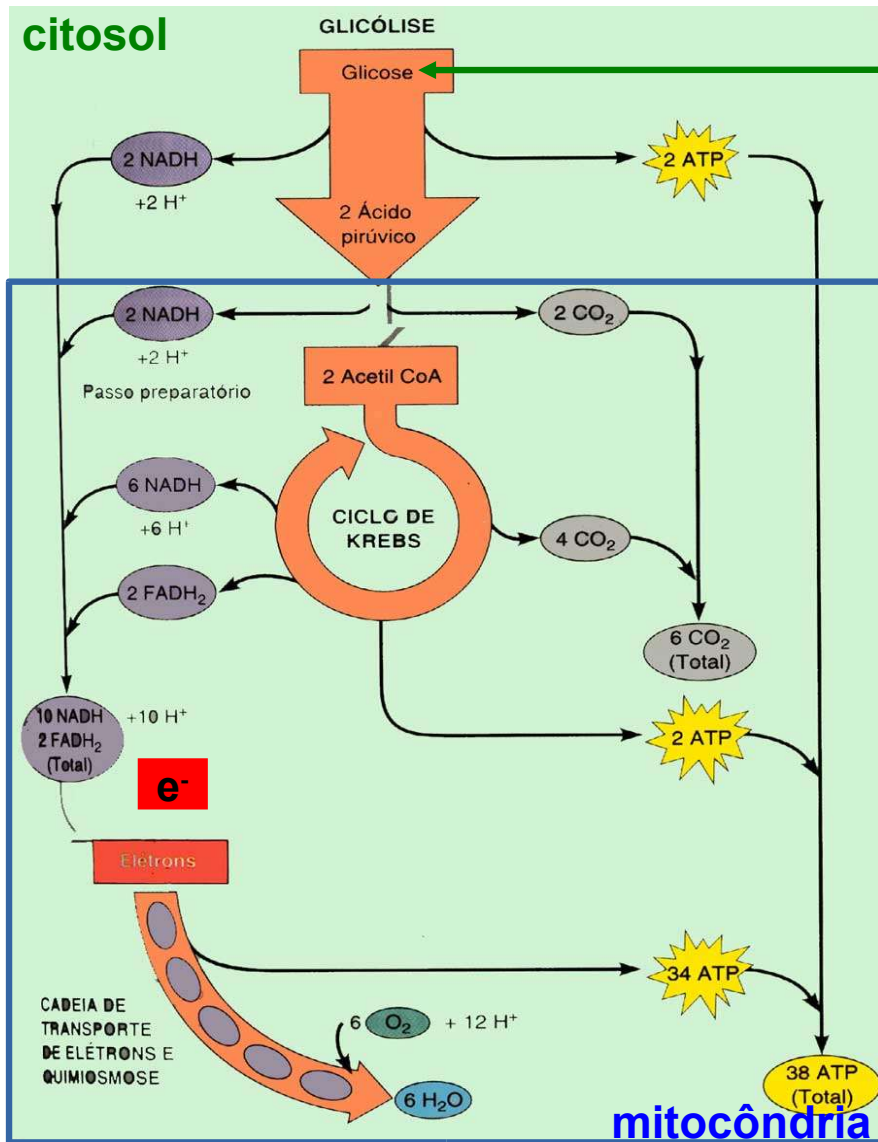


marinha

terrestre

Catabolismo da Glicose

Produto final da fotossíntese



Glicose:

- utilizada para gerar energia
- utilizada para formar o corpo de planta (celulose, ligações glicosídicas $\beta(1 \rightarrow 4)$).
- utilizada para manter o seu metabolismo
- utilizada para armazenar energia para manutenção do seu metabolismo (amido, ligações glicosídicas $\alpha(1 \rightarrow 4)$).
- fonte de C para a biossíntese de outros compostos orgânicos.

(Adaptado de Tortora et al., Microbiology, an introduction, 1996)

Fotossíntese – da onde as plantas obtém o seu alimento?

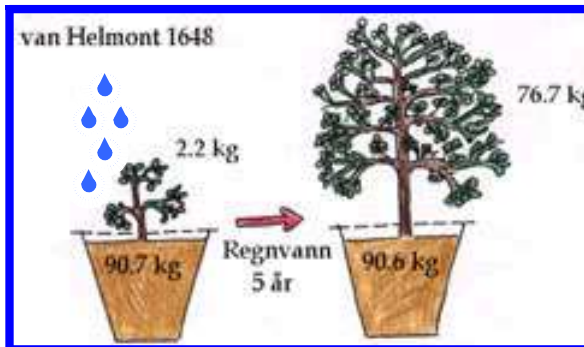
350 a. c. - Aristóteles - plantas obtém seu alimento do solo

1648 - Jan Baptist van Helmont (médico) primeira evidência experimental de que o solo sozinho não alimentava a planta. Conclui que todas as substâncias das plantas eram produzidas a partir da água.

1727 – Stephan Hales (médico, religioso) cresceu uma planta em água em um sistema fechado. Depois de algum tempo verificou que houve uma redução do volume de ar no sistema e que portanto o ar proveria parte da matéria para o crescimento da planta.

1770 - Joseph Priestley (religioso) primeira indicação de que as plantas produzem O_2 -percebeu que o ar restaurado por uma planta de hortelã poderia sustentar a queima de uma vela e que este ar era adequado para a respiração de um camundongo

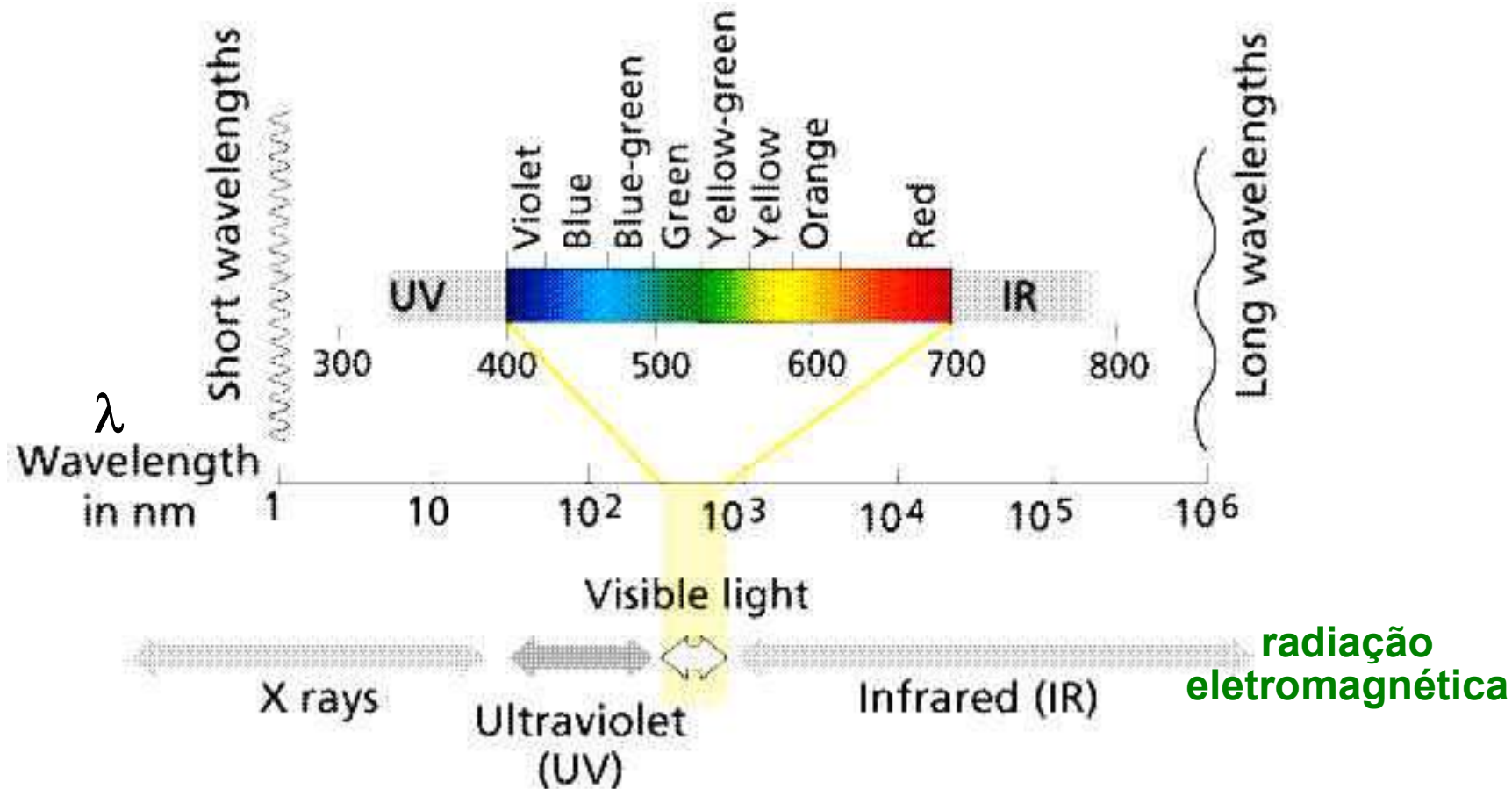
1796 - Jan Ingen-Housz (médico) demonstrou que o ar era apenas restaurado na presença de luz e apenas pelas partes verdes da planta.



Photosynthetic time line:

<https://prezi.com/4wbr3lgnkxyh/a-photosynthetic-timeline/>

A Natureza da Luz



$$E_{\text{fóton}} = h\nu = hc/\lambda$$

E energia

h constante de Planck

ν frequência da radiação

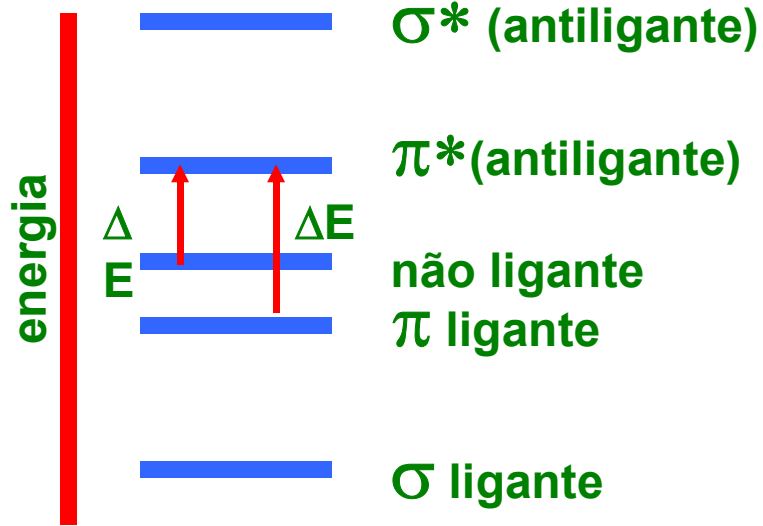
c velocidade da luz no vácuo

λ comprimento de onda

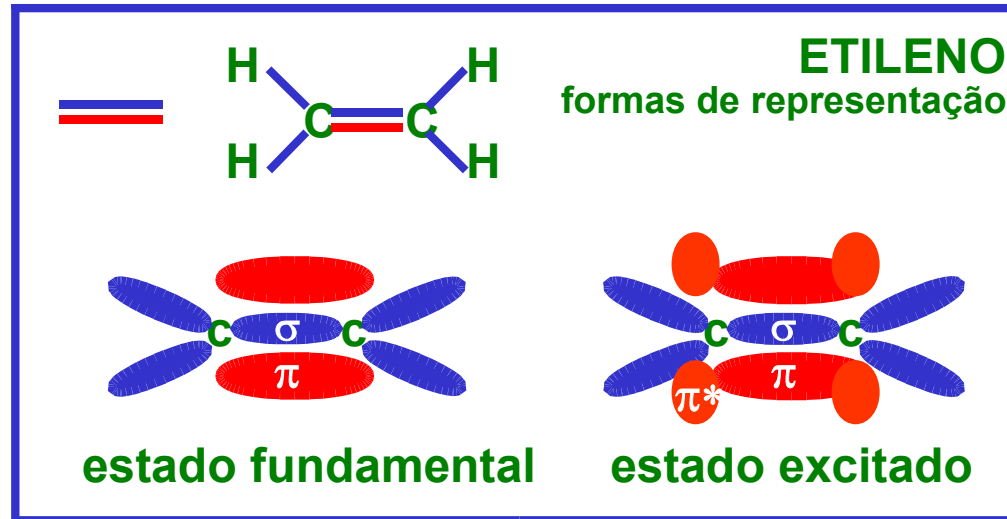
λ maiores que os do visível levam a um aumento da E vibracional e rotacional da molécula; λ menores que os do UV levam a sua lise (fotólise).

Absorção de luz

orbitais moleculares



a radiação UV e visível possui energia suficiente para promover as transições eletrônicas dos orbitais n para π^* ou π para π^*



cada cromóforo tem λ_{\max} e ϵ ($M^{-1}cm^{-1}$) característicos

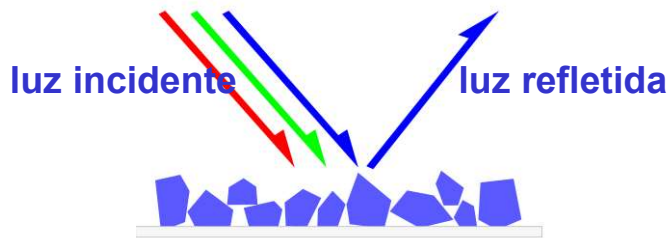
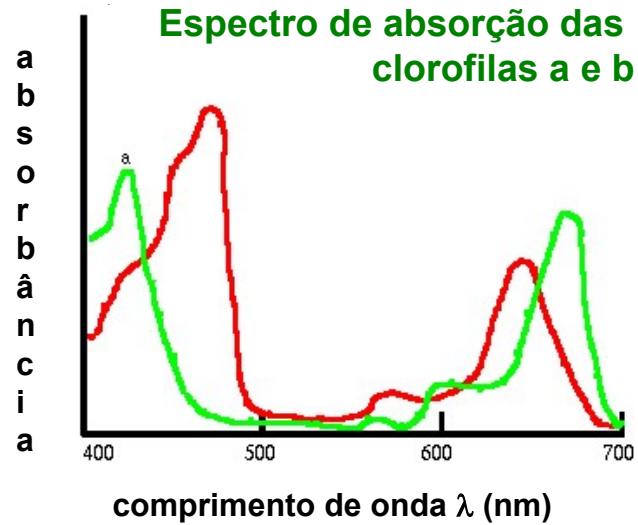
λ_{\max} (nm) ϵ ($M^{-1}cm^{-1}$)

165	15000	
217	21000	
256	50000	
290	85000	
334	125000	

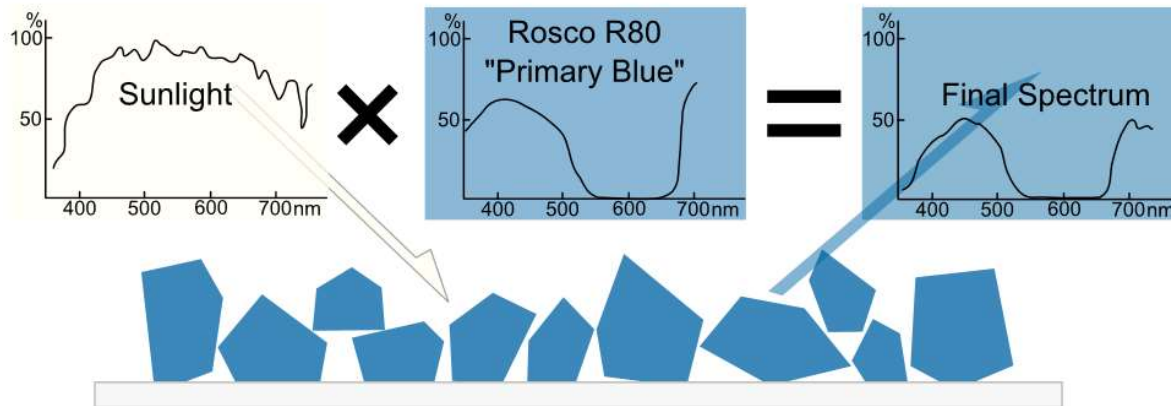
cromóforos

- λ (comprimento de onda) indica a quantidade de energia necessária para ocorrer a transição eletrônica.
- ϵ (coeficiente de extinção) indica a probabilidade da transição eletrônica ocorrer.

Pigmentos – absorção de luz










espectro de absorção

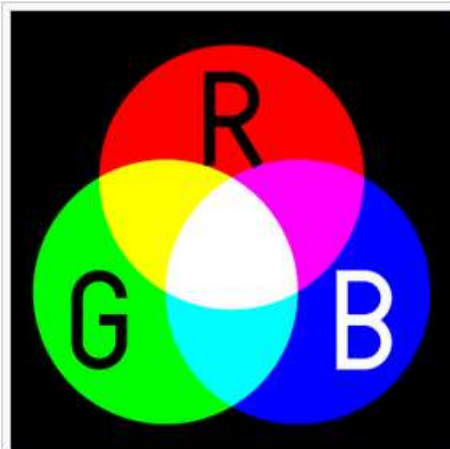


A absorção desigual dos diferentes λ da luz resulta em cor: somatório dos λ não absorvidos.

cada cromóforo tem espectro de absorção específico

The colors of the visible light spectrum^[5]

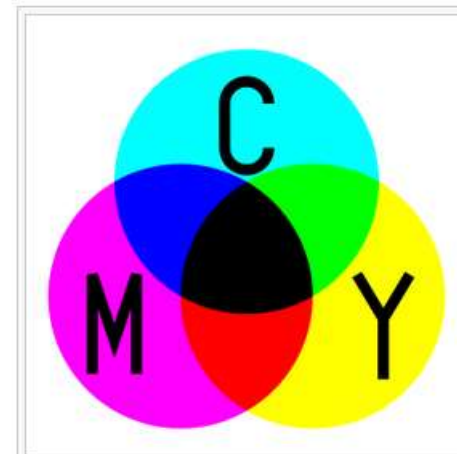
Color	Wavelength interval	Frequency interval
 Red	~ 700–635 nm	~ 430–480 THz
 Orange	~ 635–590 nm	~ 480–510 THz
 Yellow	~ 590–560 nm	~ 510–540 THz
 Green	~ 560–520 nm	~ 540–580 THz
 Cyan	~ 520–490 nm	~ 580–610 THz
 Blue	~ 490–450 nm	~ 610–670 THz
 Violet	~ 450–400 nm	~ 670–750 THz



Additive color mixing: combining red and green yields yellow; combining all three primary colors together yields white.

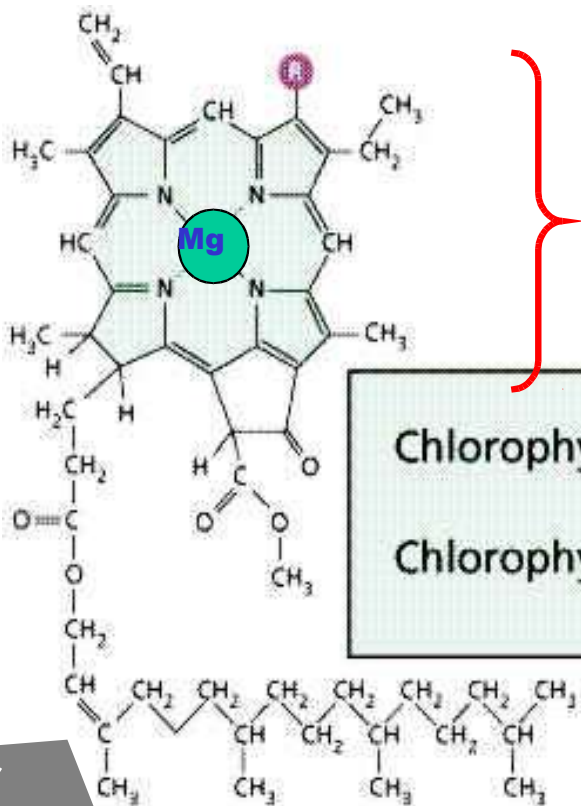
Fontes de luz de diferentes comprimentos de onda

Pigmentos que absorvem em diferentes comprimentos de onda



Subtractive color mixing: combining yellow and magenta yields red; combining all three primary colors together yields black

Pigmentos Fotossintéticos



anel porfirínico

Chlorophyll a: $R = -CH_3$

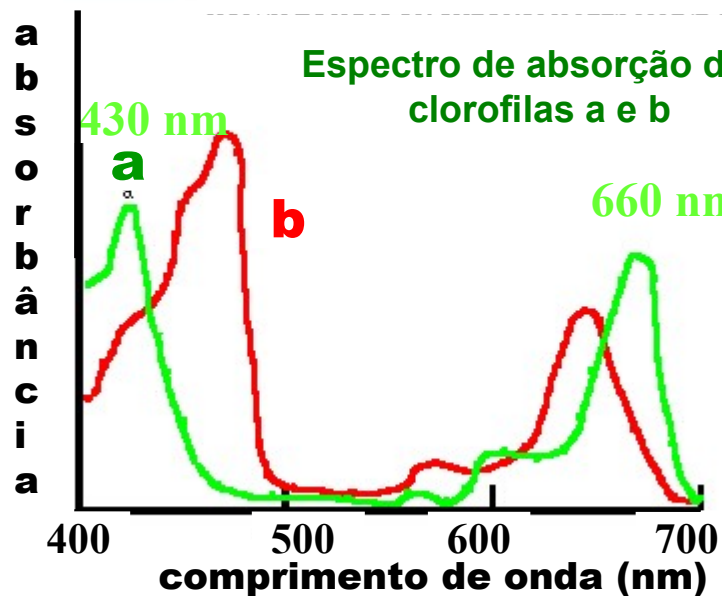
Chlorophyll b: $R = -C \begin{matrix} \diagup H \\ \diagdown O \end{matrix}$

principais fotoreceptores da fotossíntese nas plantas
coeficiente de extinção molar = $10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

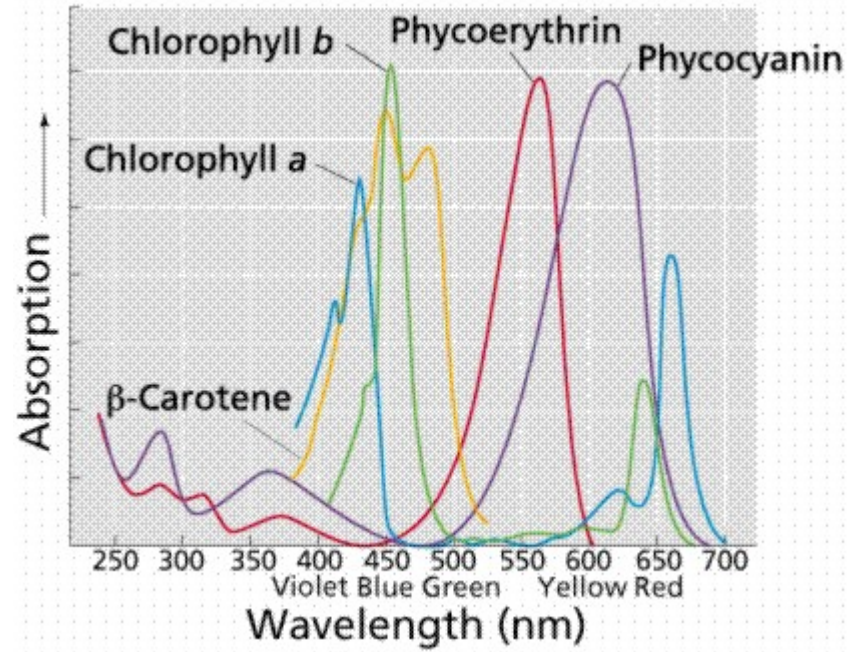
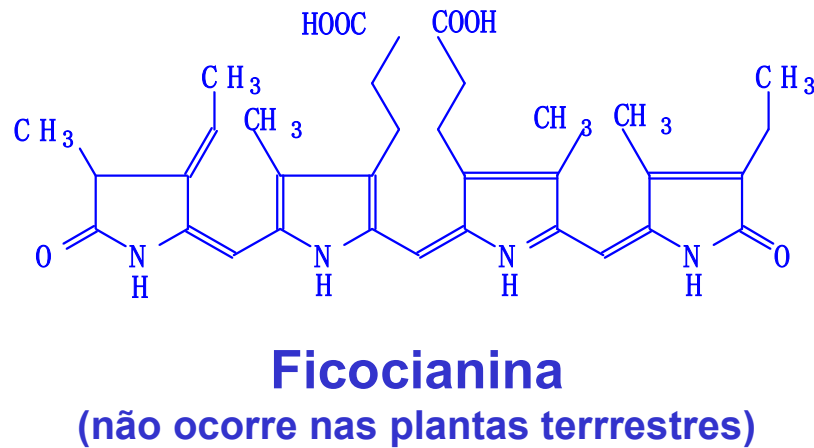
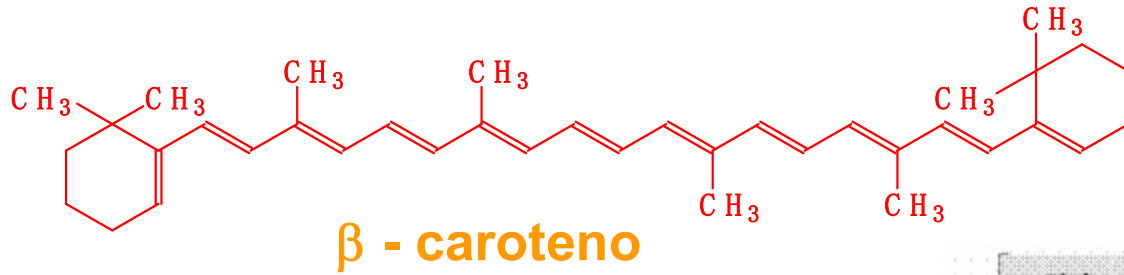
fitol

Protoporfirina IX

A mudança estrutural do cromóforo leva a diferentes espectros de absorção

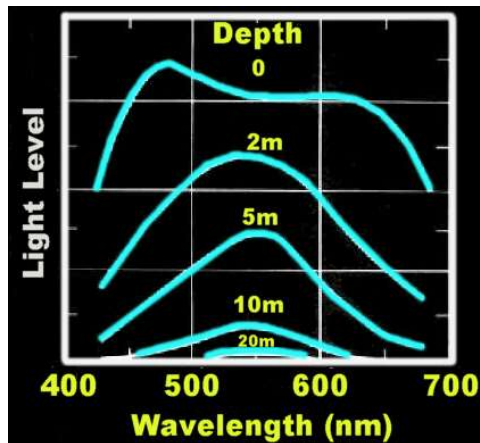
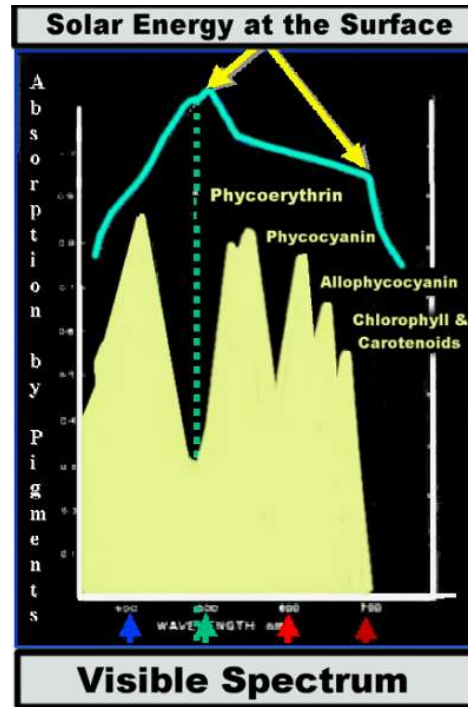
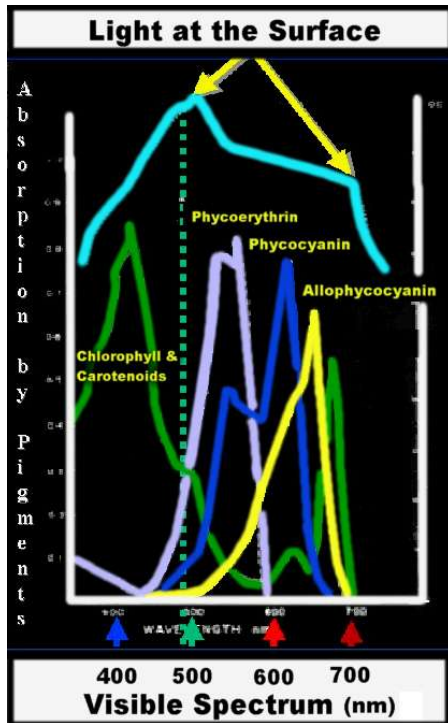


Pigmentos Fotossintéticos acessórios



O tipo e a quantidade de pigmentos acessórios acumulados são influenciados pelo ambiente

Fisiologia



Divisão *Rhodophyta*

Pigmento principal:
clorofila a

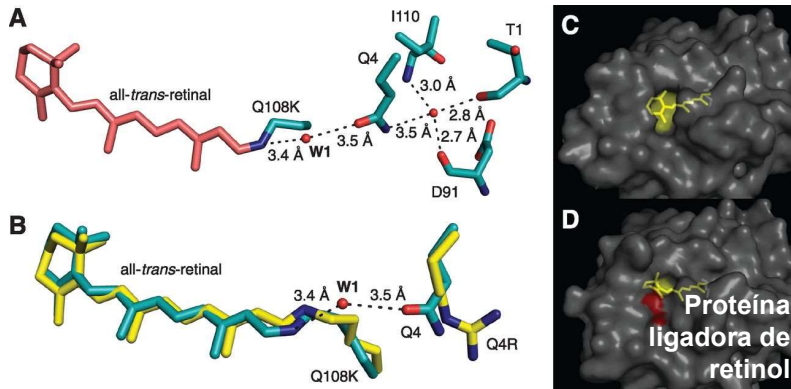
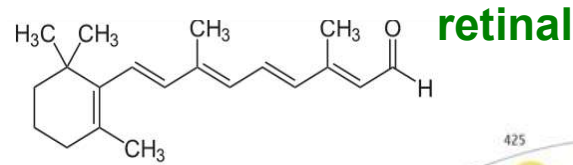
Pigmentos acessórios:

- ficoeritrina
- ficocianina

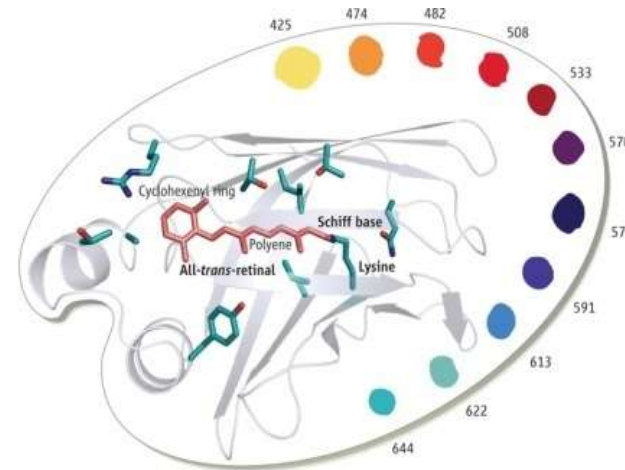
Quantidade relativa de cada pigmento varia conforme a profundidade

A presença de ficocianina e ficoeritrina permite que essas algas colonizem grandes profundezas.

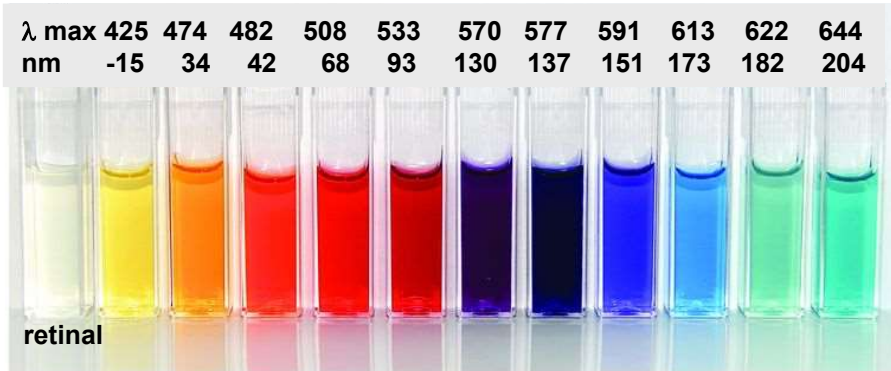
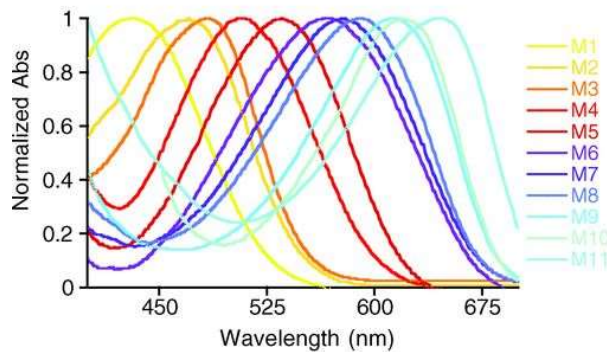
Mudanças no ambiente alteram a conformação do cromóforo e portanto seu espectro de absorção:



uma mutação em Gln4 levou à perda de W1 (H₂O) alterando o ambiente do pigmento

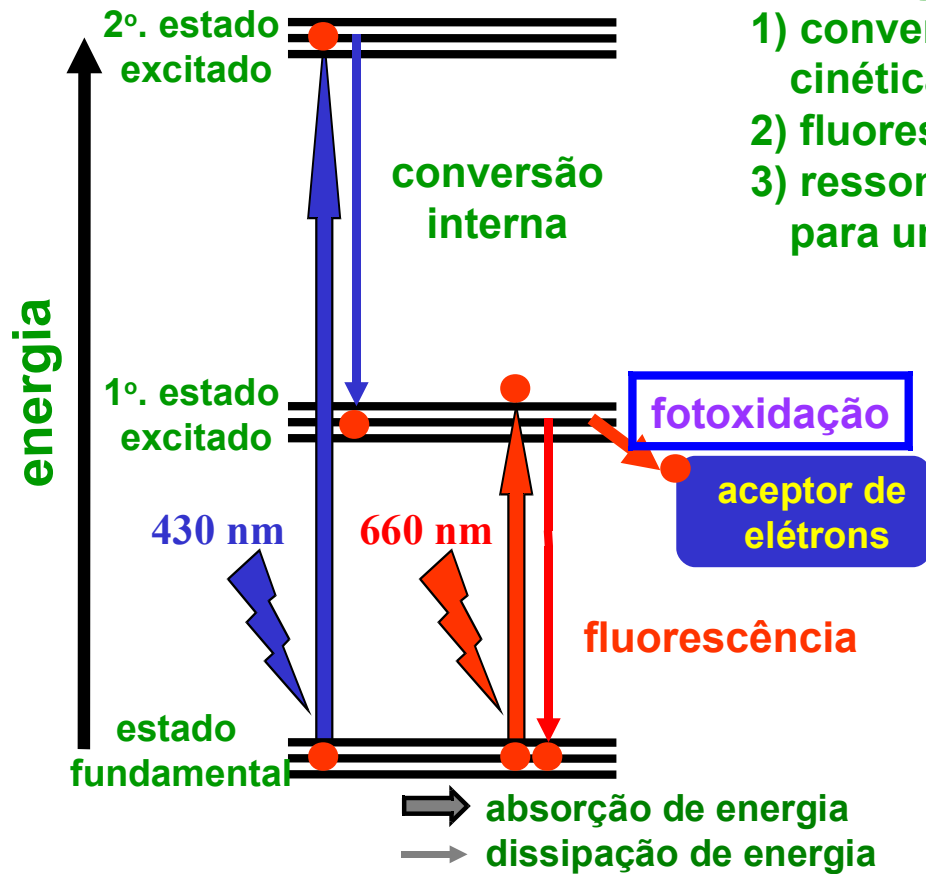


deslocamento no espectro de absorção devido a mudanças estruturais na proteína:



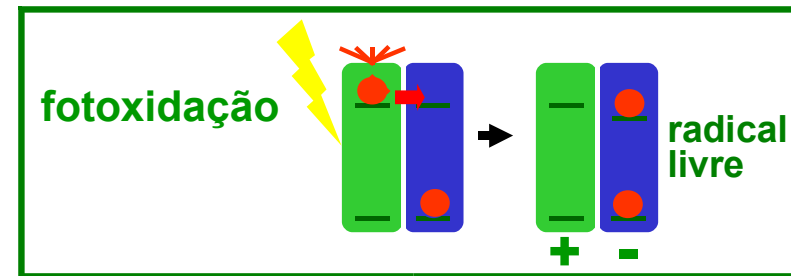
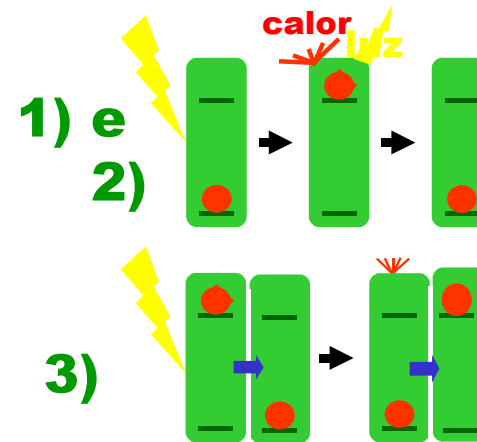
Absorção de Luz

estados eletrônicos da clorofila a



Formas de uma molécula dissipar a energia (quenching) do estado excitado:

- 1) conversão interna (conversão para energia cinética, $<10^{-11}$ s)
- 2) fluorescência (emissão de luz), ($\pm 10^{-8}$ s)
- 3) ressonância (transferência do estado excitado para uma molécula vizinha)

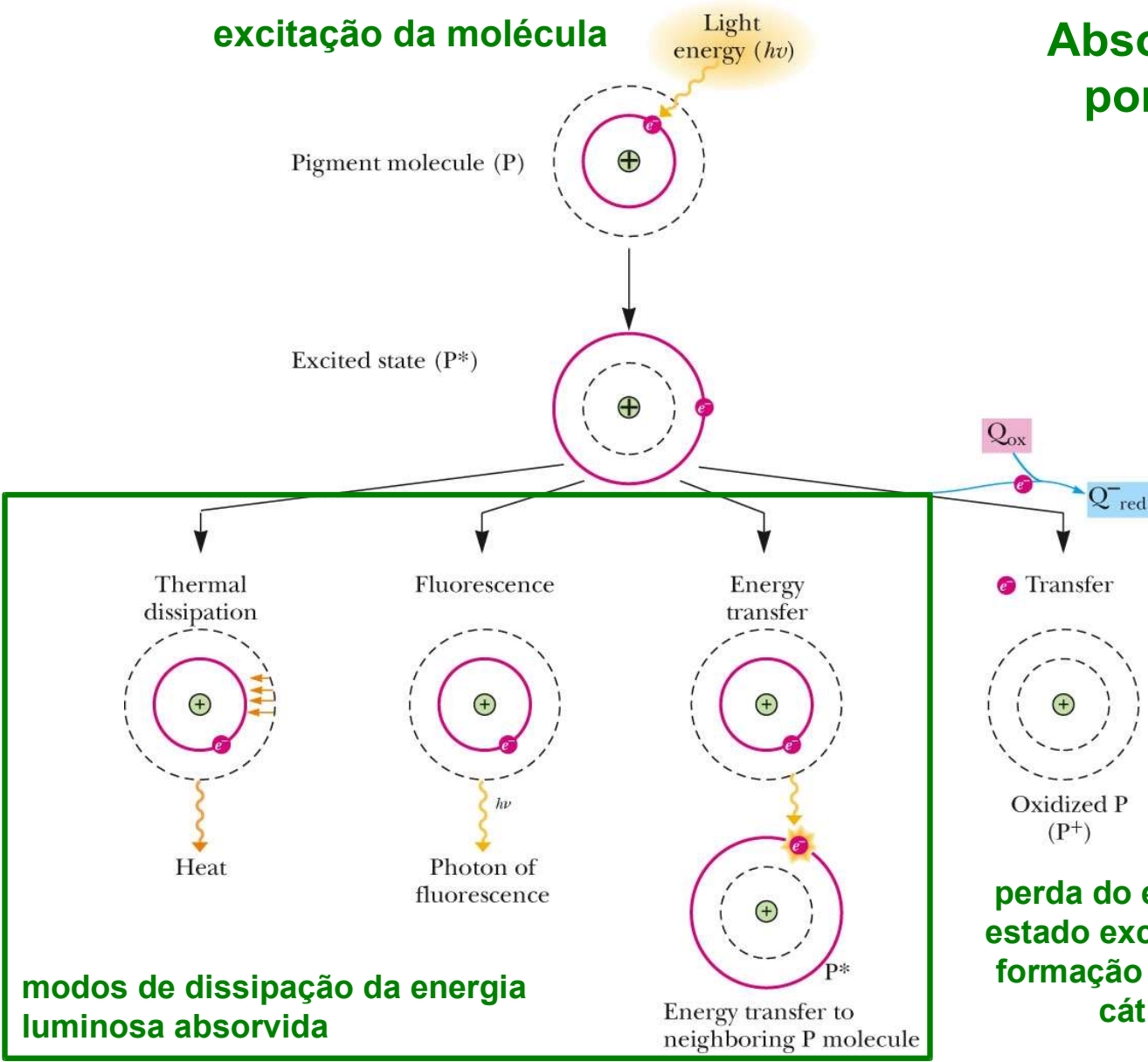


● elétron
 ■ pigmento
 ■ aceptor de elétrons

- Moléculas têm vários estados de energia.
- Cada um dos estados eletrônicos tem sub-estados rotacionais e vibracionais.

excitação da molécula

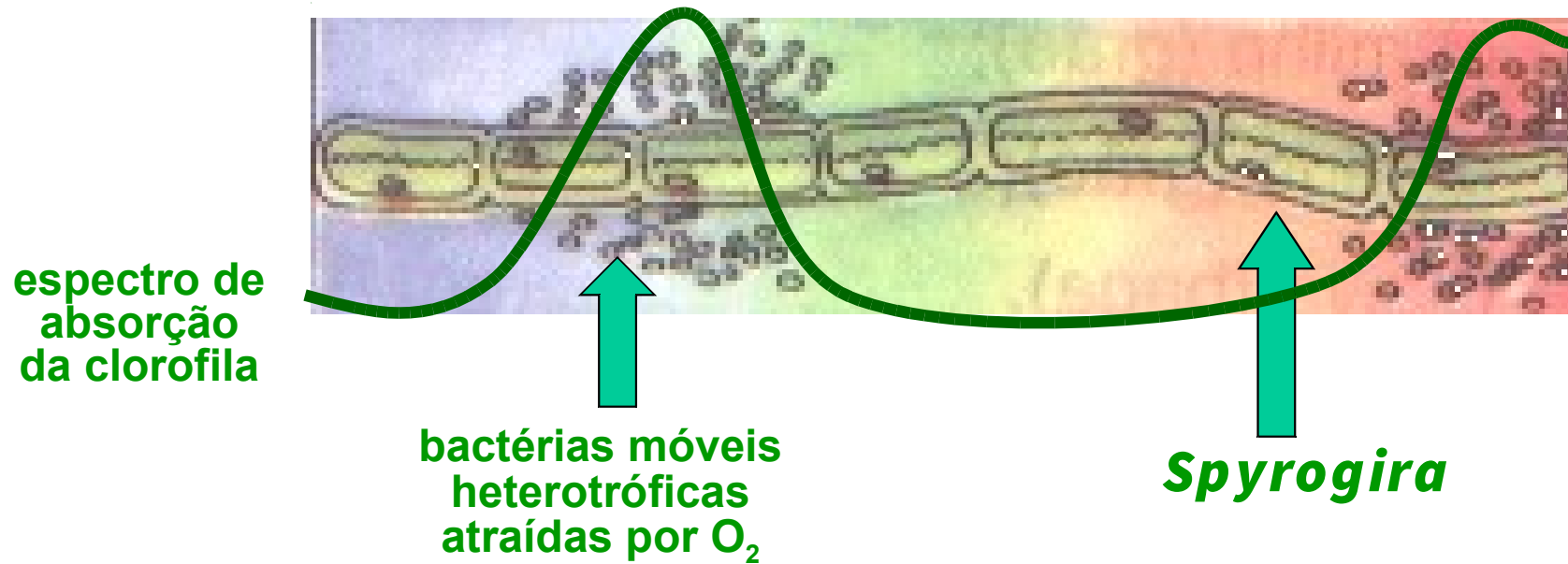
Absorção de luz por pigmentos



modos de dissipação da energia luminosa absorvida

perda do elétron do estado excitado com formação do radica cation

**Experimento realizado em 1882 por T.W. Engelmann:
determinação do espectro de ação da fotossíntese na alga *Spyrogira***

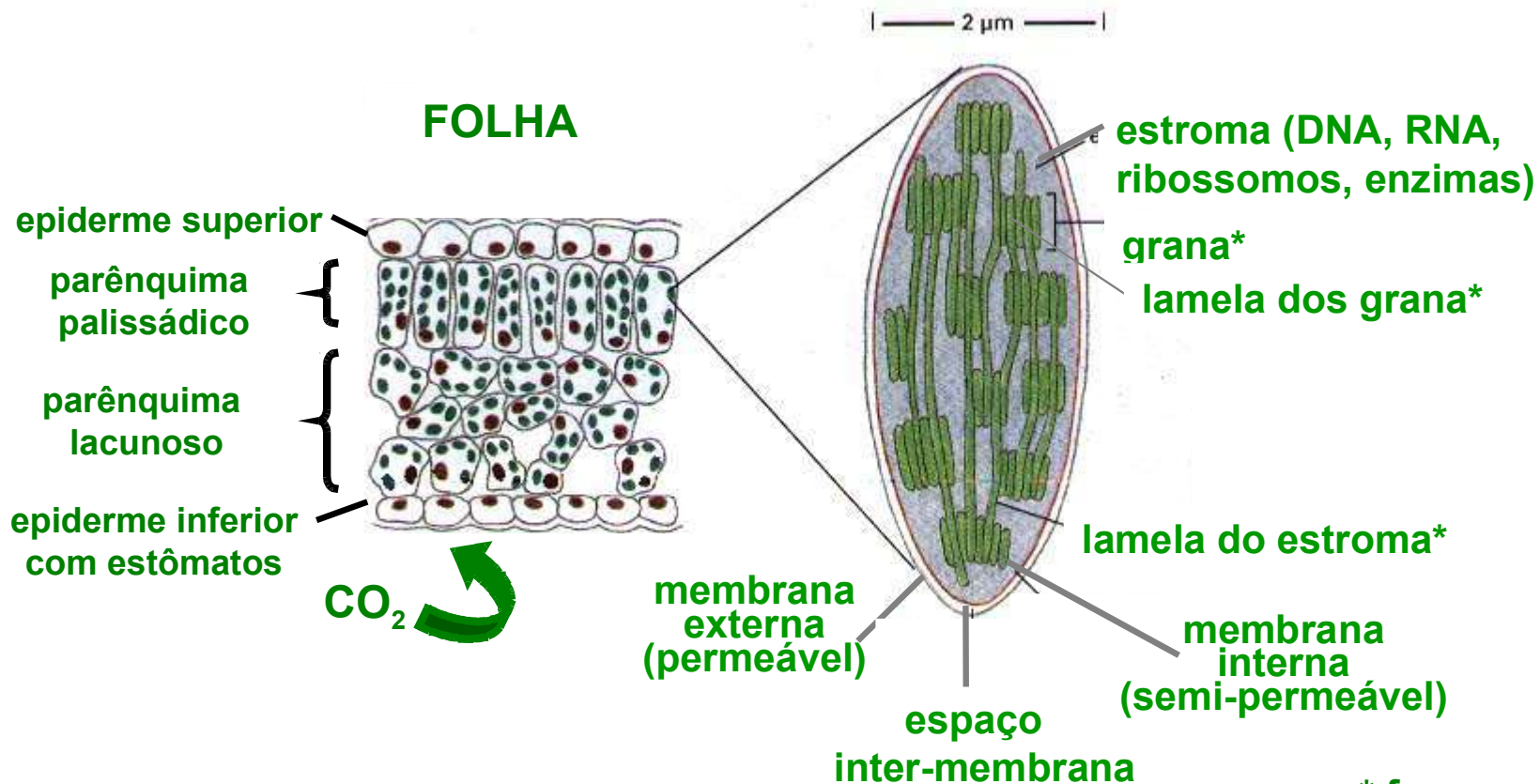


Conclusão: fotossíntese depende da luz absorvida pela clorofila

Onde ocorre a fotossíntese?

CLOROPLASTO

FOLHA

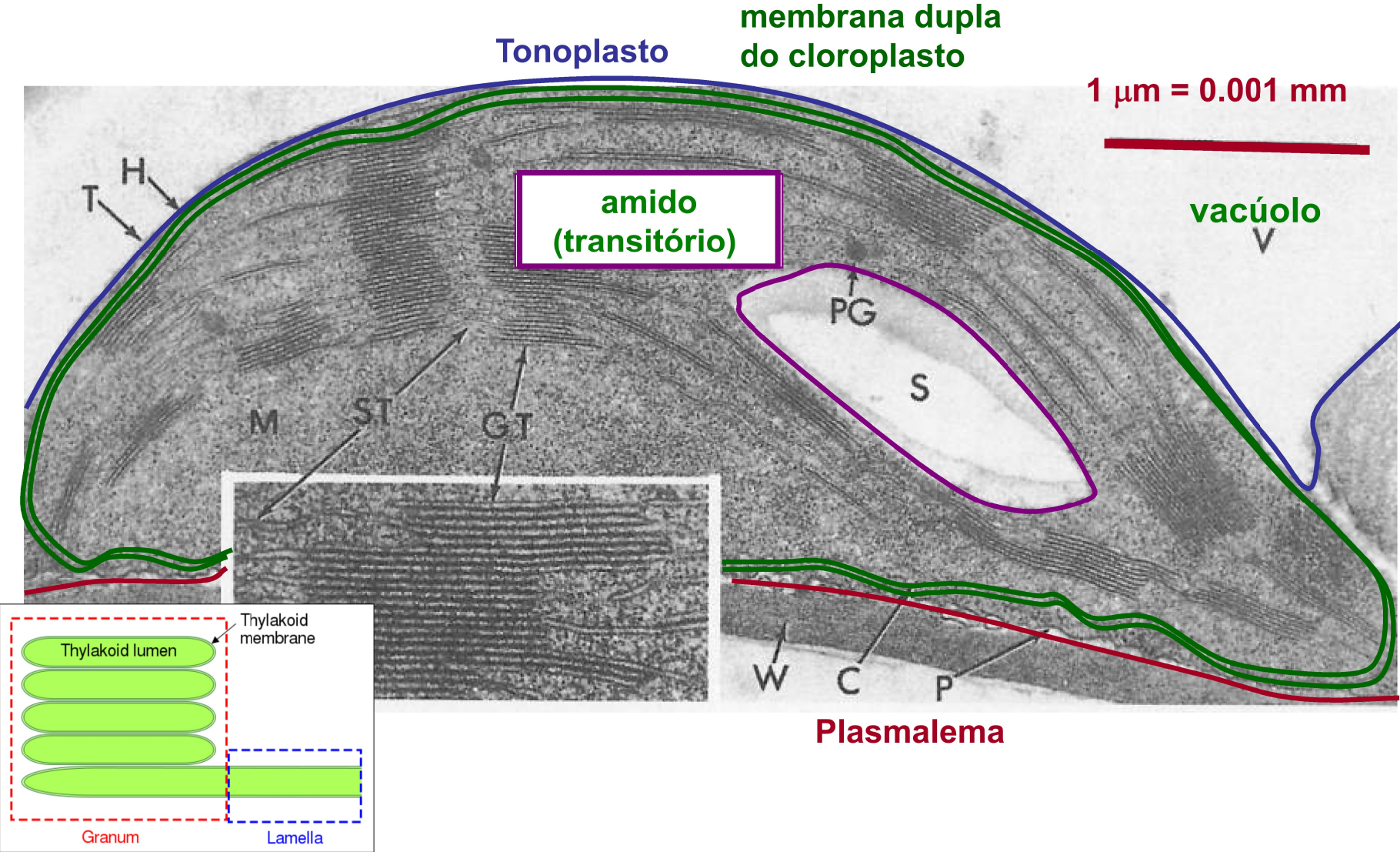


* fazem parte da membrana do tilacóide (alta fluidez).

No tilacóide ocorrem as reações luminosas.

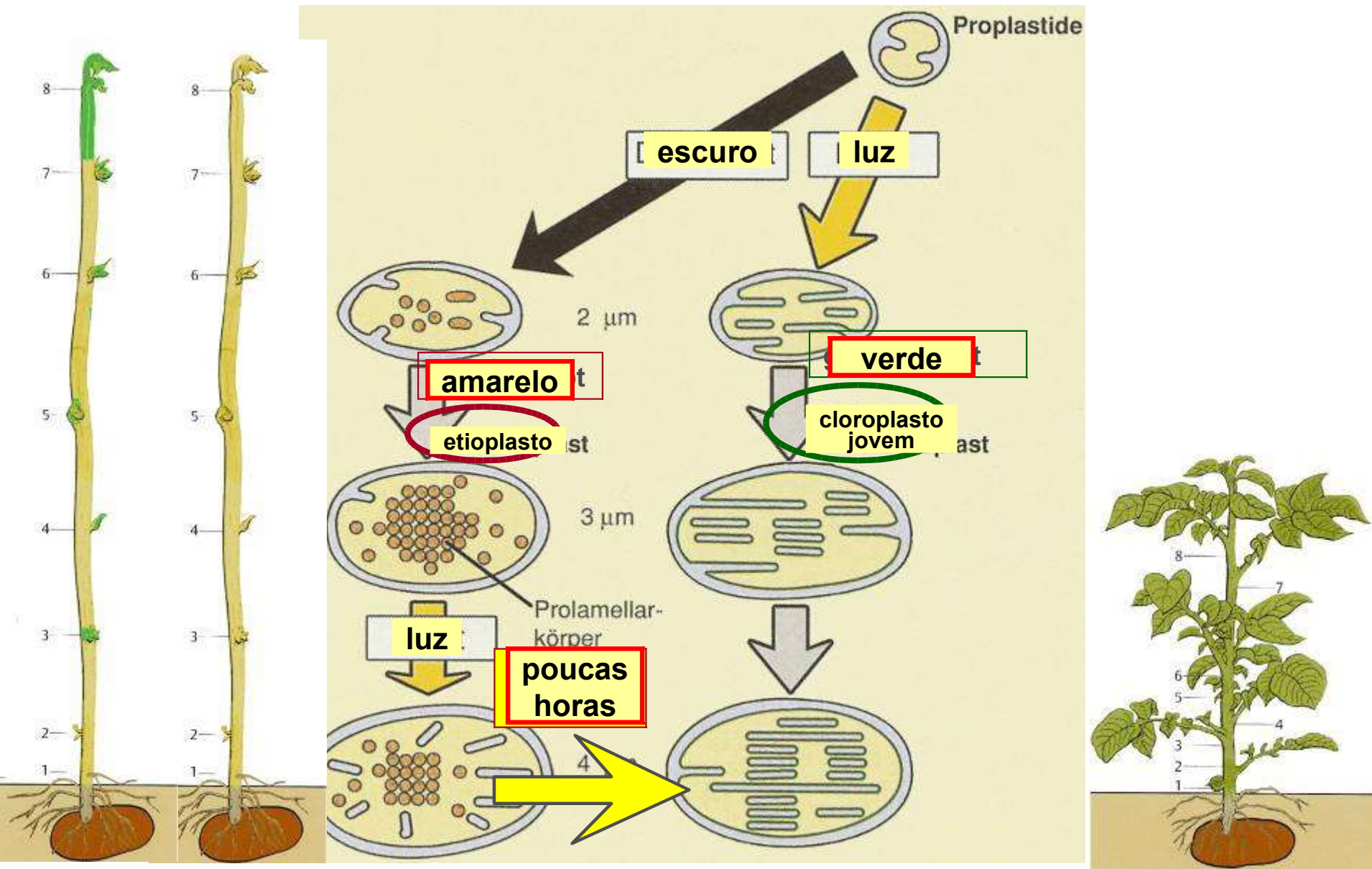
No estroma ocorrem as reações de fixação de carbono.

Cloroplasto visto por microscopia eletrônica

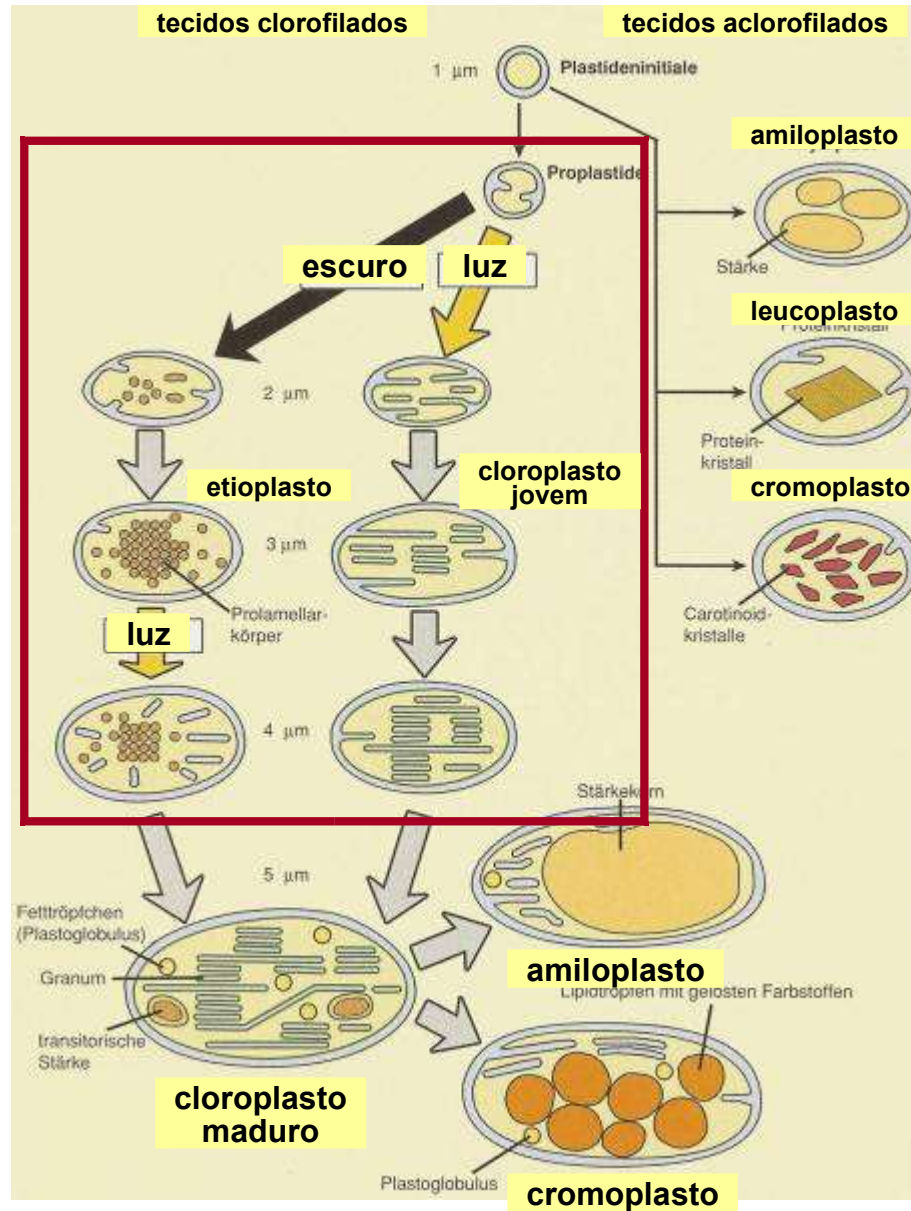


Prof. Dr. Thomas Boller, botanical Institute, Section Plant Physiology, Suíça, file:///C:/WINDOWS/Temporary%20Internet%20Files/Content.IE5/S1YJ0PM3/424,15, Differenzierung von Plastiden

Diferenciação de cloroplastos e etioplastos



Diferenciação de plastídeos

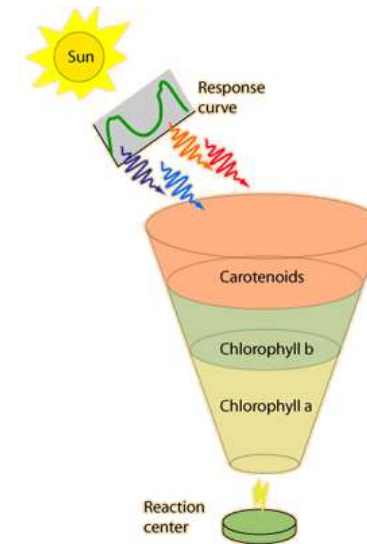


Sites recomendados:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/biology/psyncon.html#c1>



Próxima aula: Fotossíntese - fase luminosa



As Reações da Fotossíntese

