



ANABOLISMO. A FOTOSÍNTESE

ANABOLISMO. A FOTOSÍNTESE

- Tipos de anabolismo
- Concepto e importancia da fotosíntesis
- Fases da fotosíntesis
- Pigmentos fotosintéticos
- Ecuación global da fotosíntese
- Factores que afectan á fotosíntese
- Quimiosíntese

A FOTOSÍNTESE É PRÓPIA DE AUTÓTROFOS

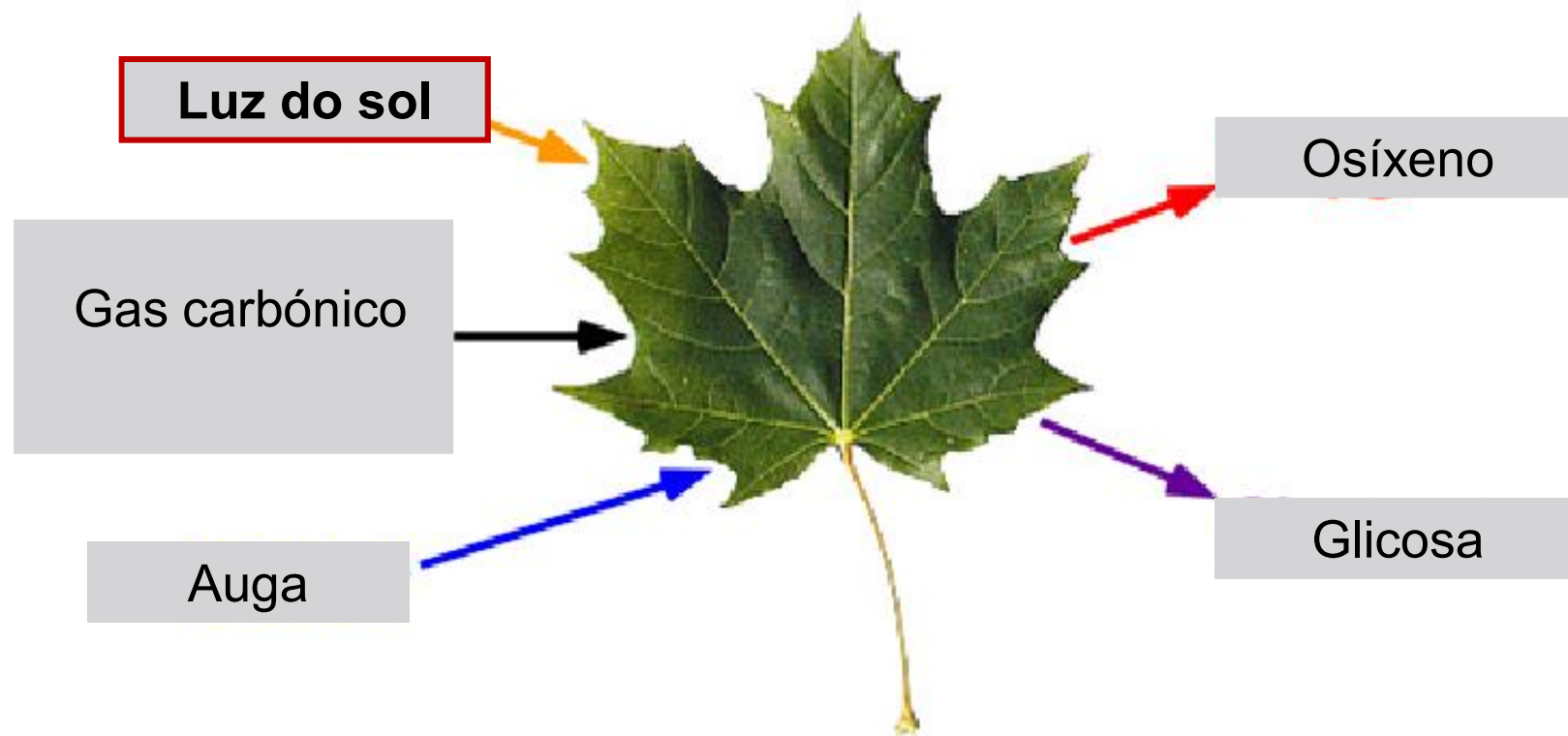


Tipos de anabolismo



E....QUE É A FOTOSÍNTESE?

- Processo dos seres vivos **autótrofos** que transforma o CO_2 e H_2O em matéria **viva**



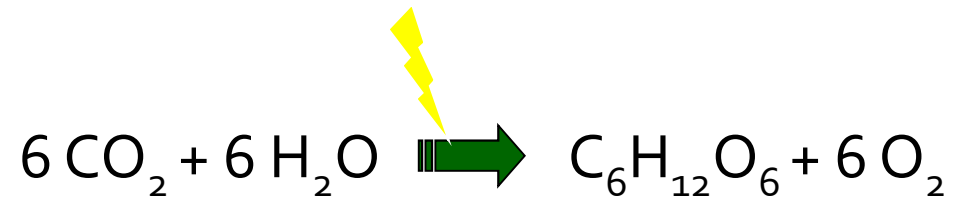
Importancia biolóxica da fotosíntese

1. Conversión de **materia inorgánica en orgánica**.
2. Base de **Cadeas tróficas**.
3. Conversión do **enerxía luminosa en enerxía química**
4. **Fixación de CO₂** (combate o aumento do efecto invernadoiro)
5. **Proporciona O₂** e no seu momento foi o proceso responsable do cambio da primitiva atmosfera anaeróbica e redutora á actual.
6. Tamén depende da fotosíntese **enerxía almacenada nos combustibles fósiles** como o carbón, o petróleo e o gas natural.
7. O necesario equilibrio entre seres autótrofos e heterótrofos non sería posible sen a fotosíntese.

Ecuación global

Aínda que a fórmula é inversa á da respiración, ambos procesos non están relacionados.

Enerxía lumínica



FOTOSÍNTESE

A ecuación anterior só indica substancias iniciais e produtos finais

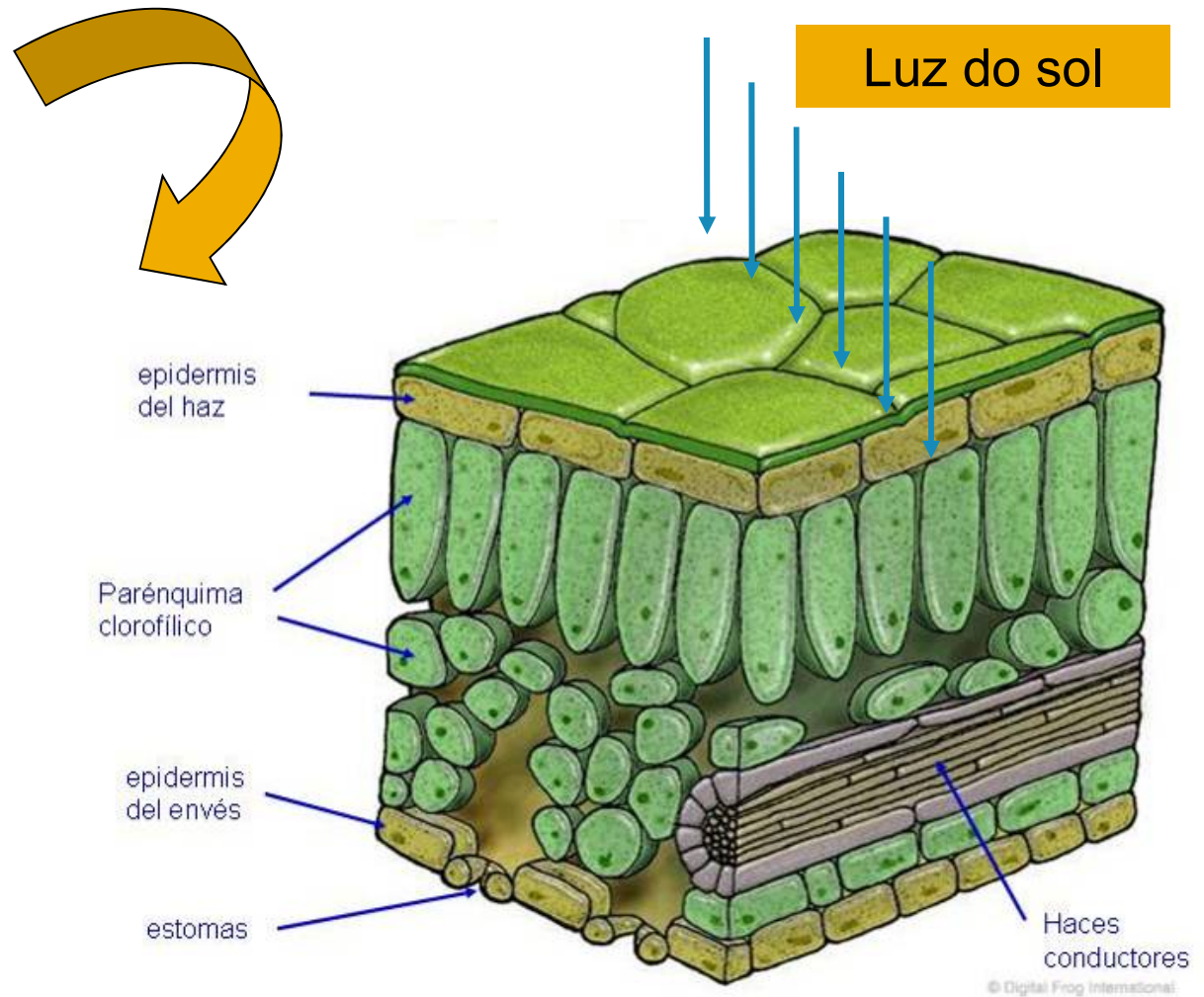
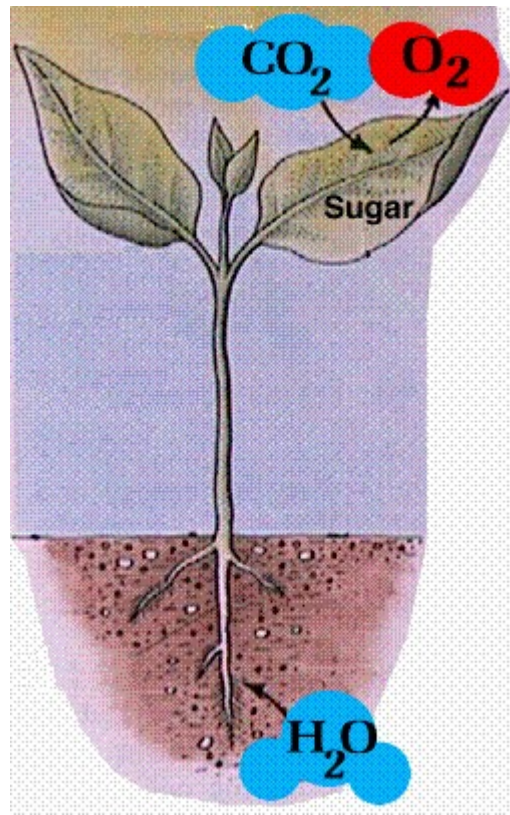


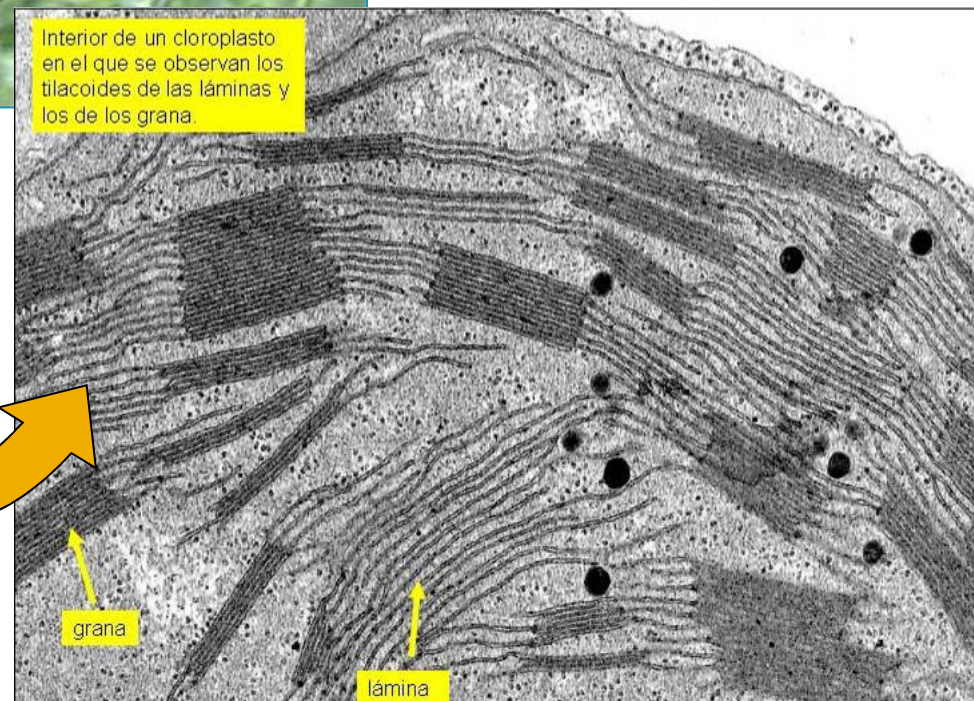
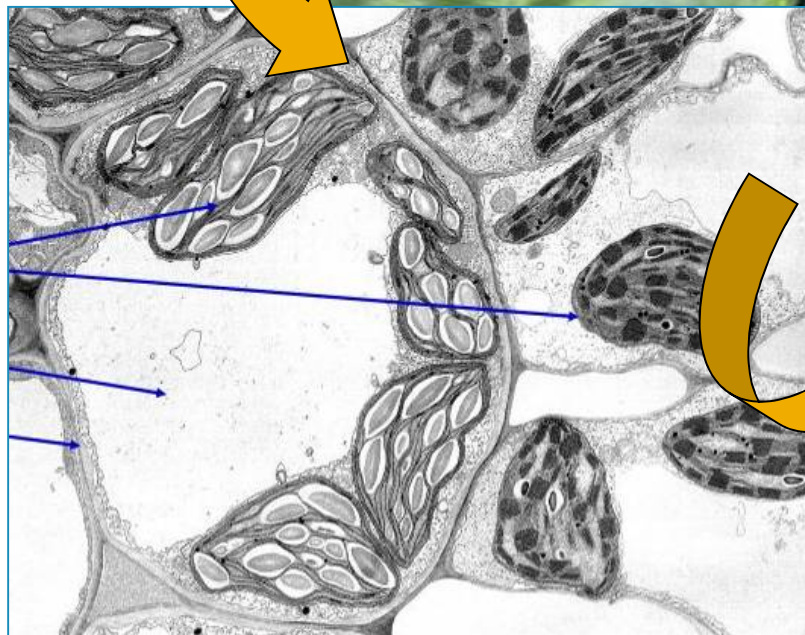
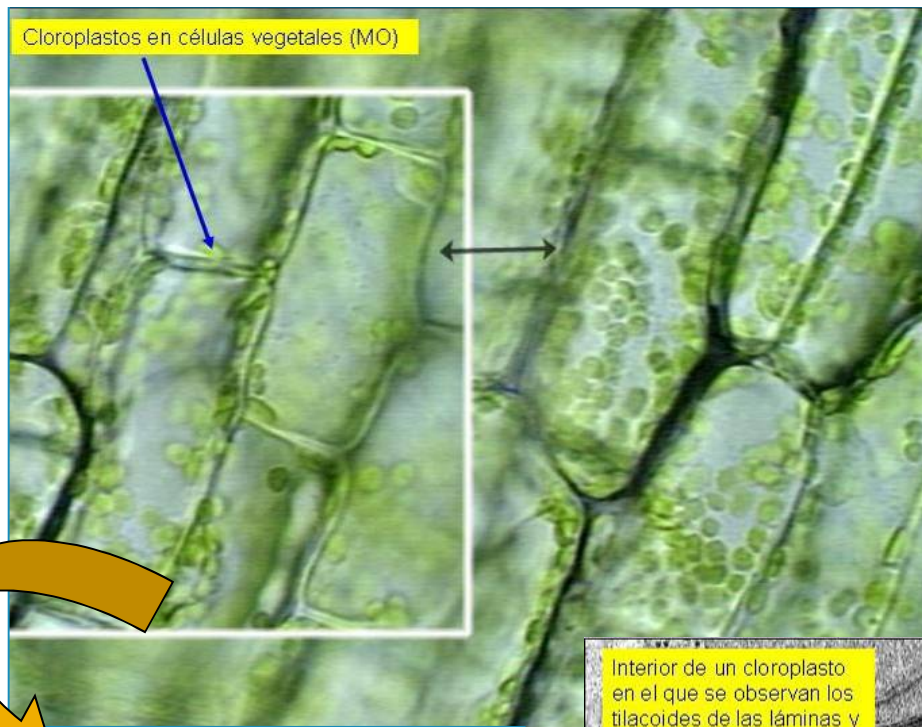
O CO_2 redúcese ou oxídase?

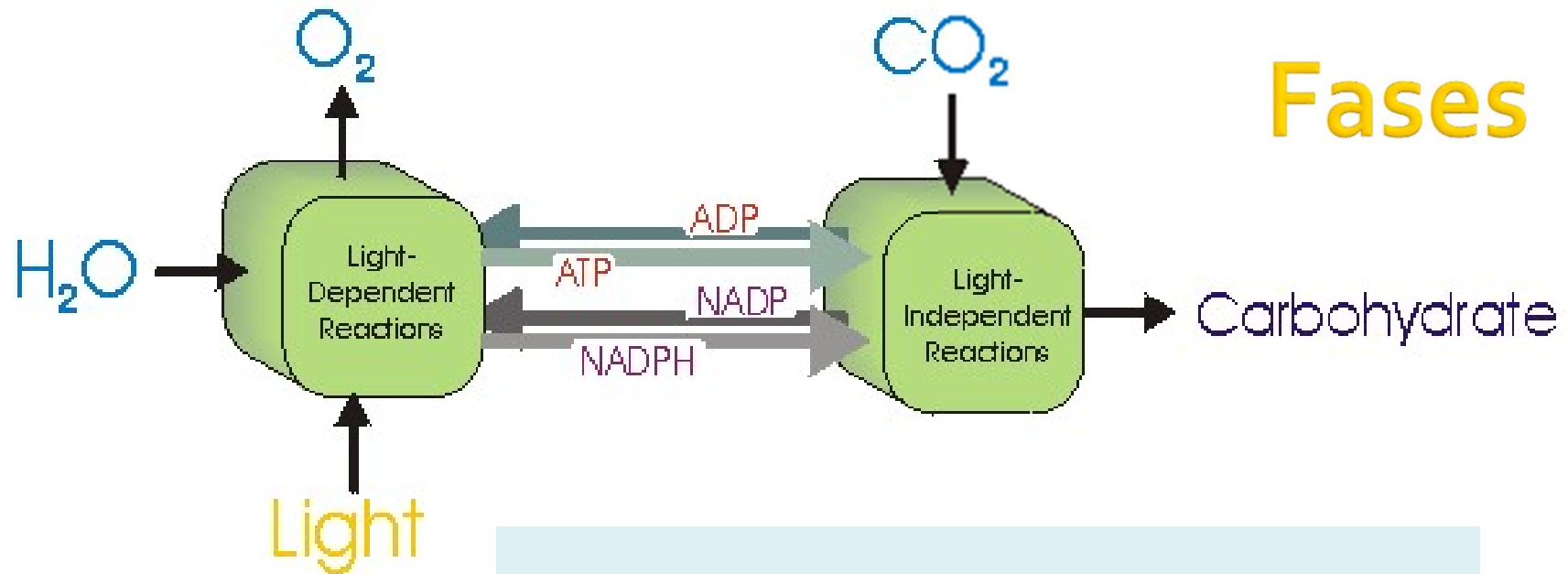


Que substancia funciona como doante de H^+ e e^- ?





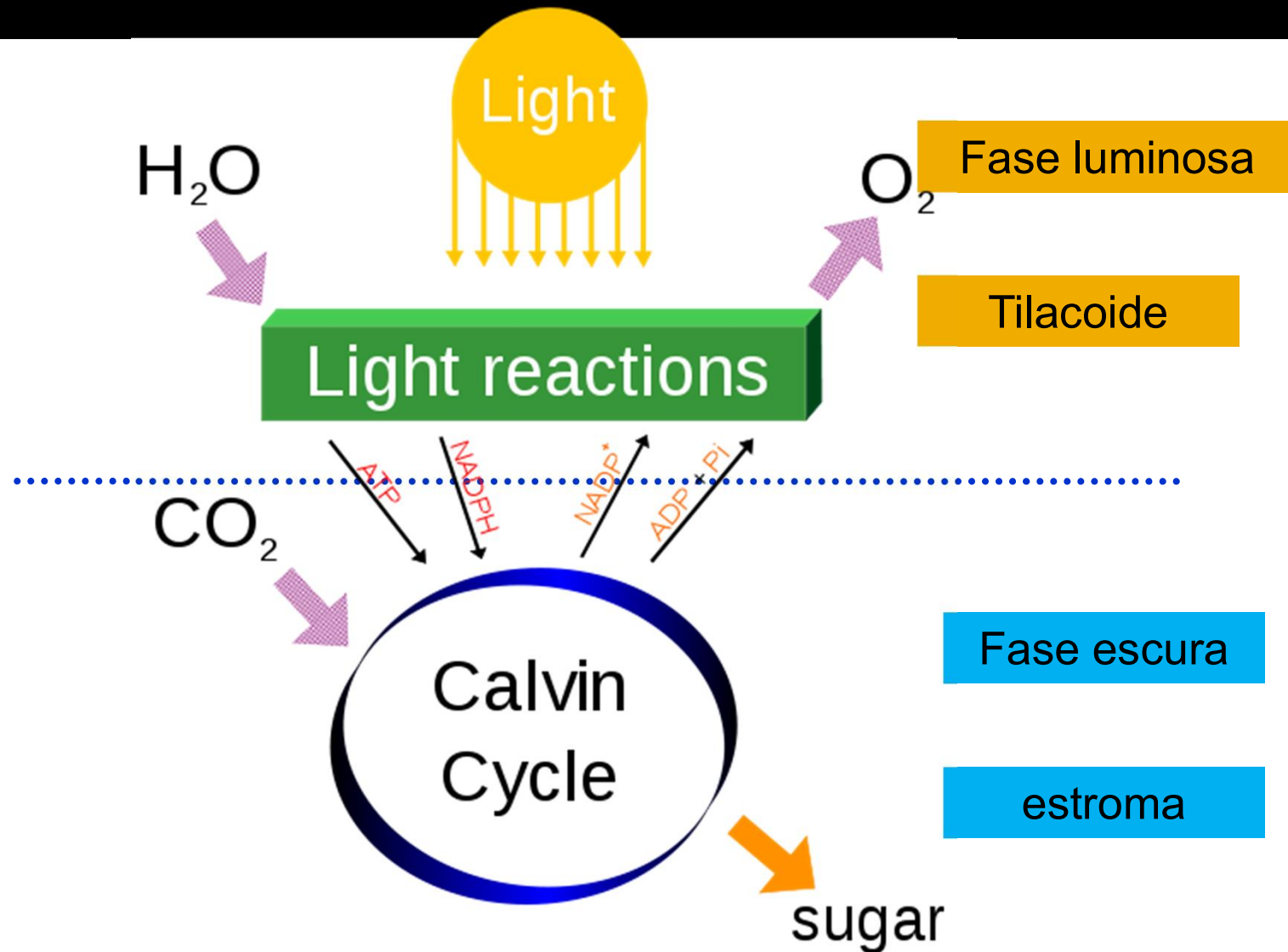


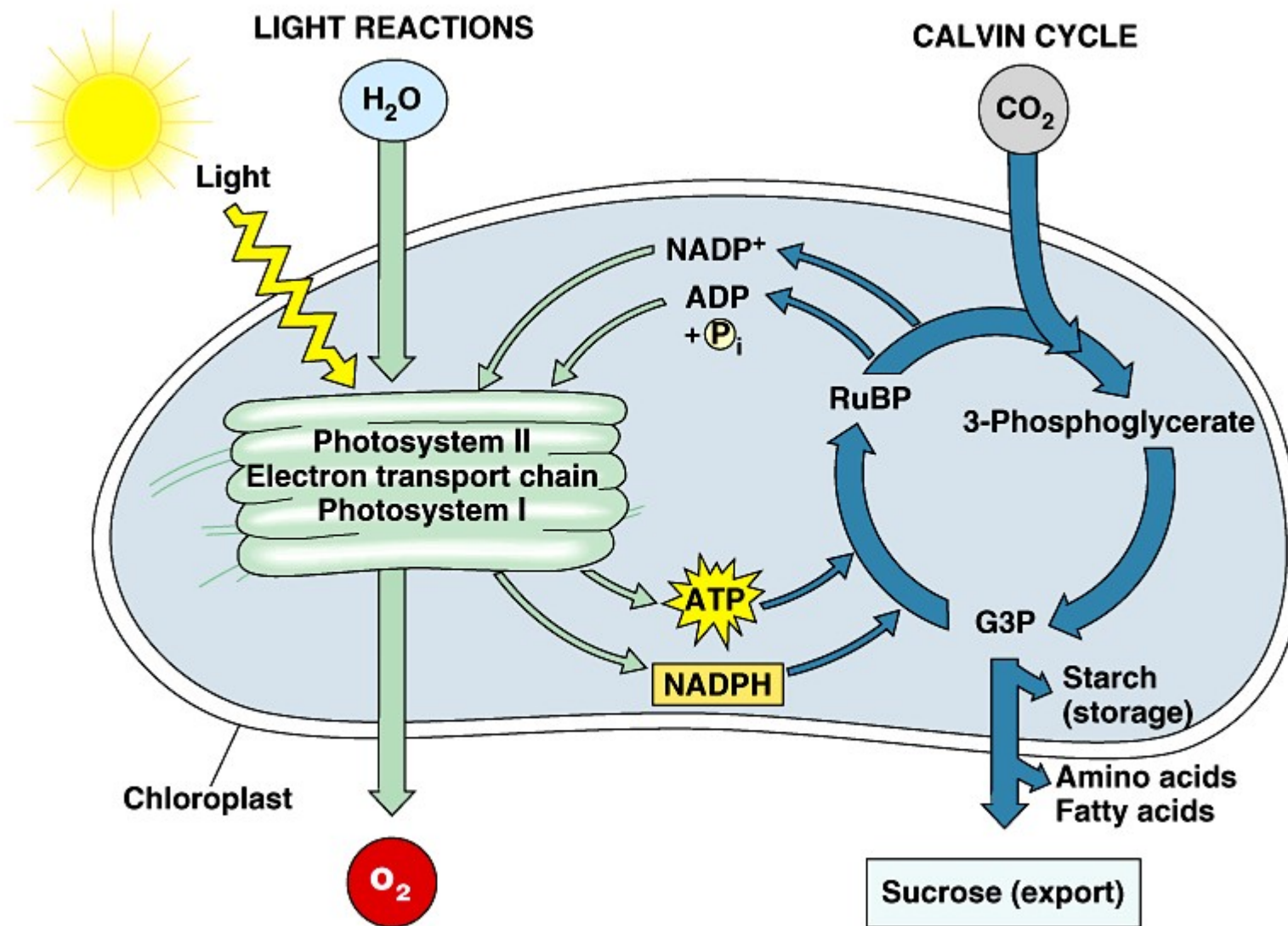


Fases

luminosa	escura
luz	química
luz directa	sen luz
tilacoide-grana	estroma
NADPH, ATP	glicosa

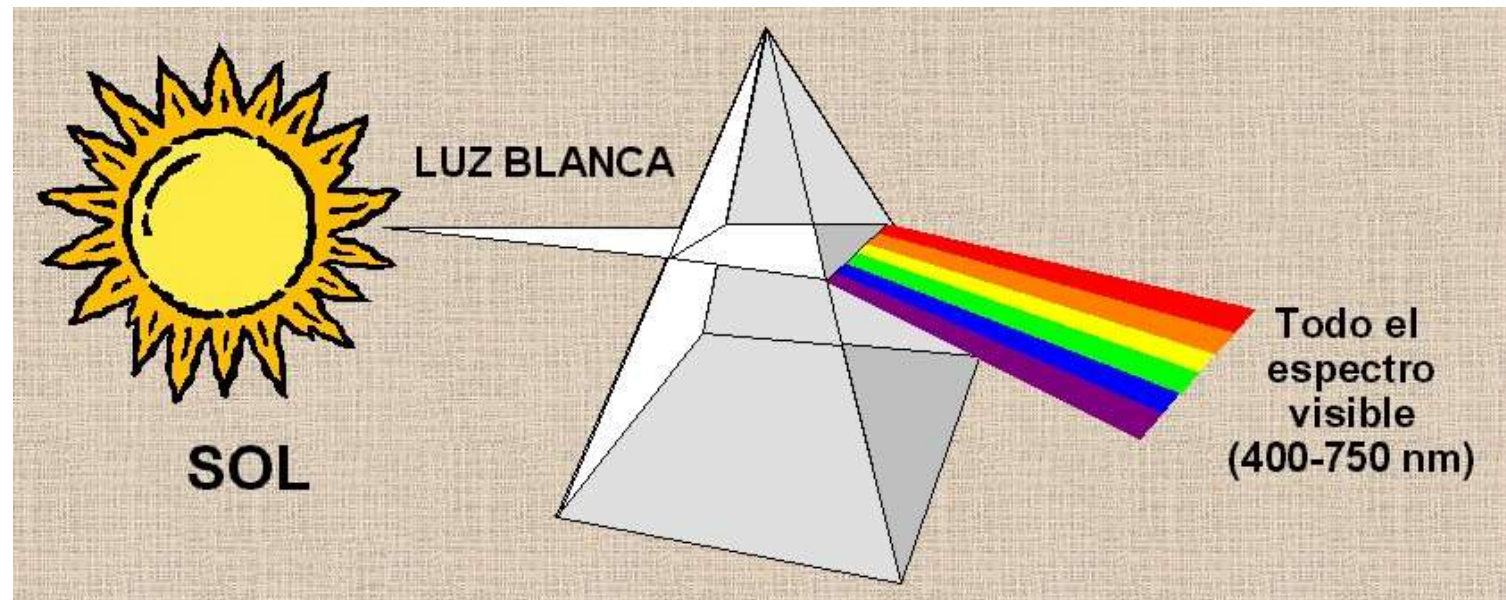
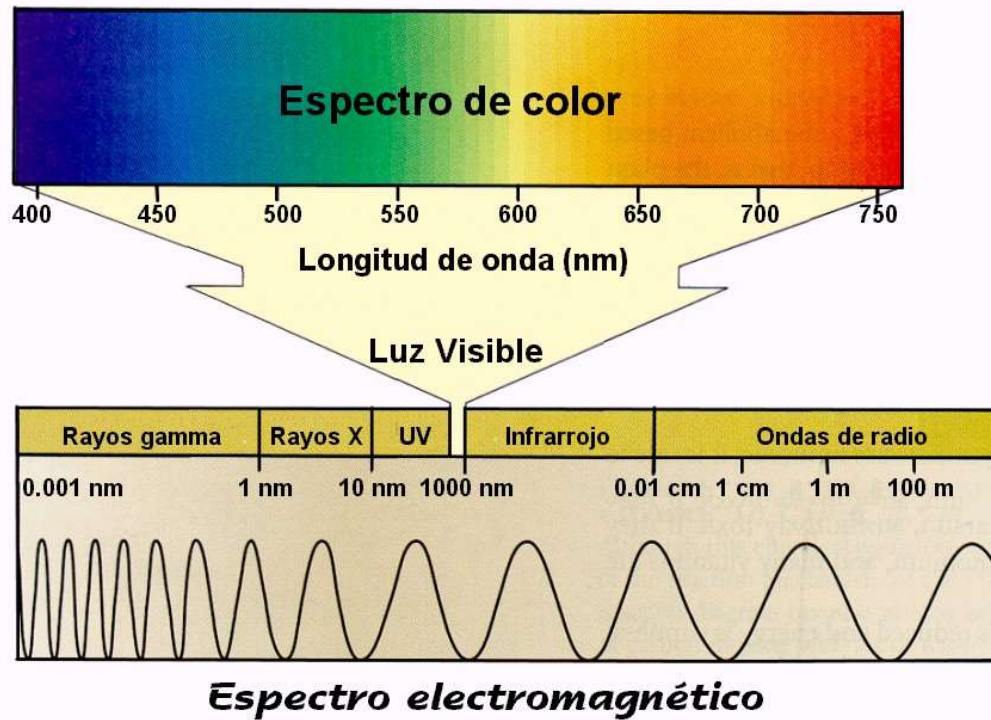
Resumen fases



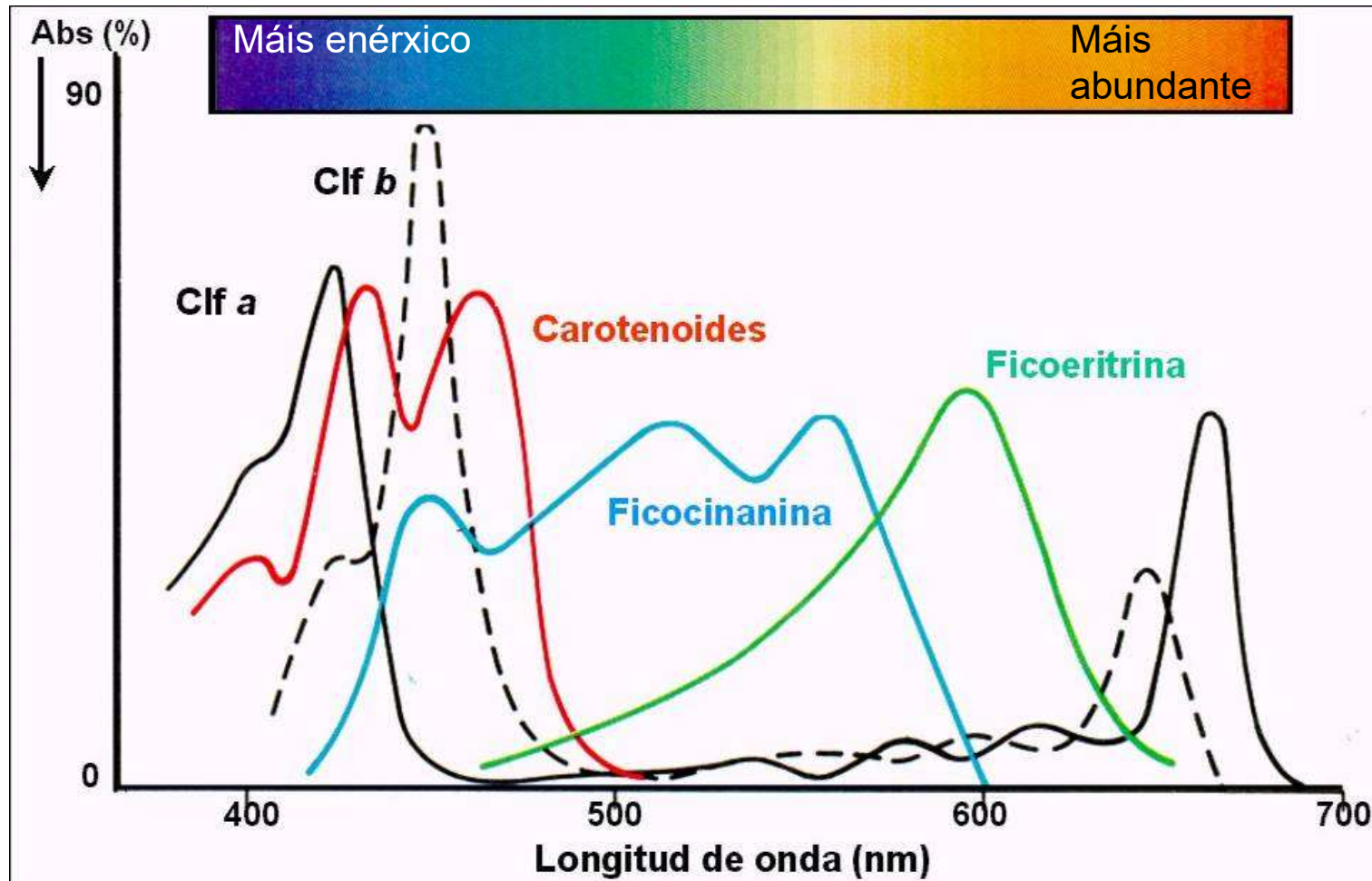


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Luz



Espectro de absorción



Molécula de clorofila

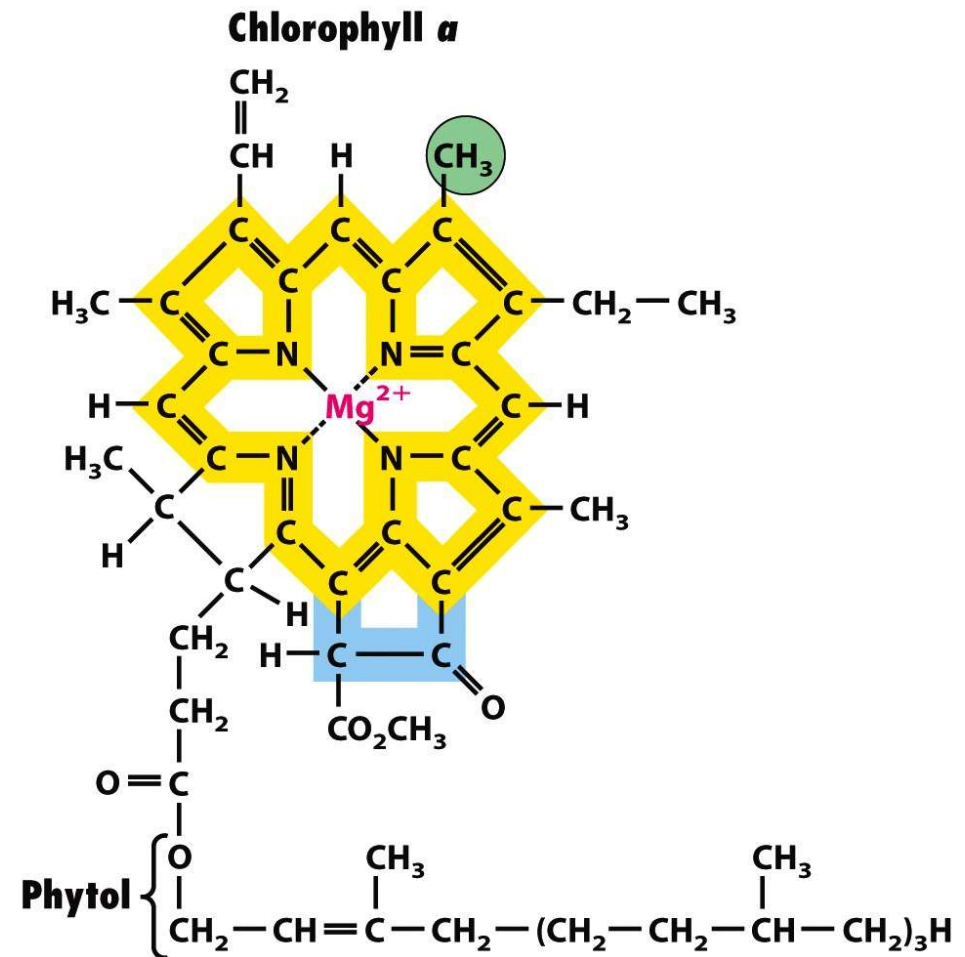
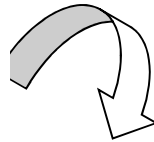
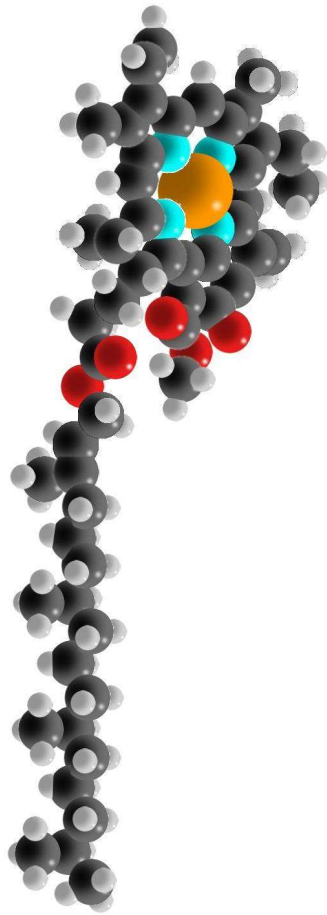
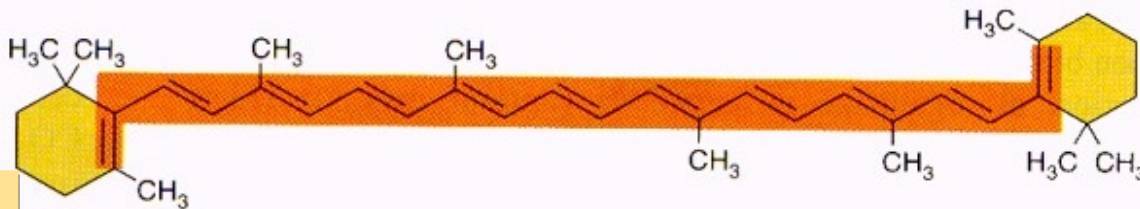


Figure 12-31
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
 © 2008 W. H. Freeman and Company

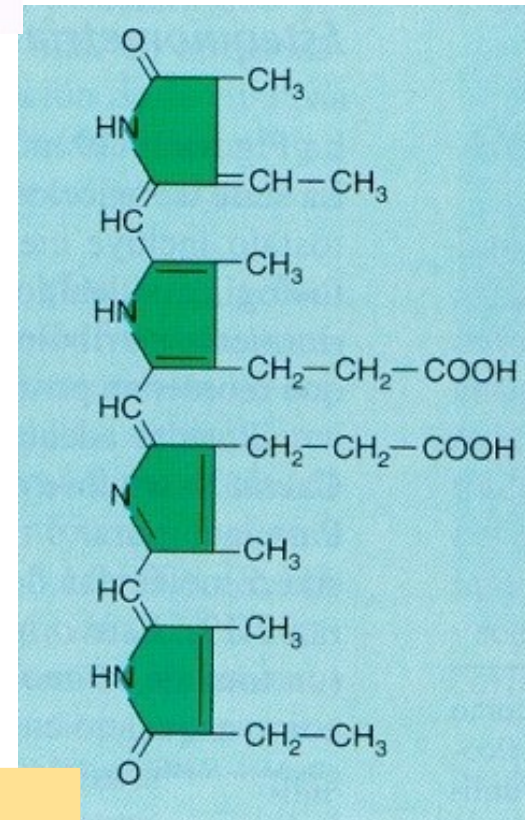
Outros pigmentos



β -caroteno

Teñen dobres
enlaces
conjugados

ficocianina



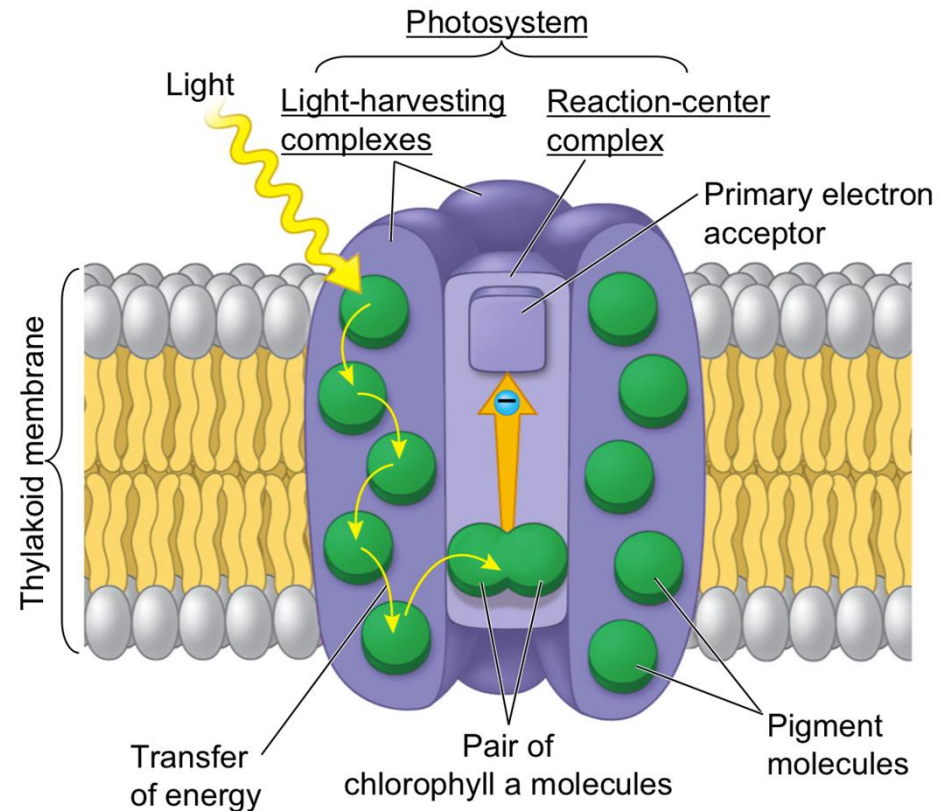
Fotosistema

Conxunto de moléculas orgánicas (carotenos, clorofilas e proteínas) do tilacoide que consiste en:

- Complexo ou antena de captación de luz (pigmentos)

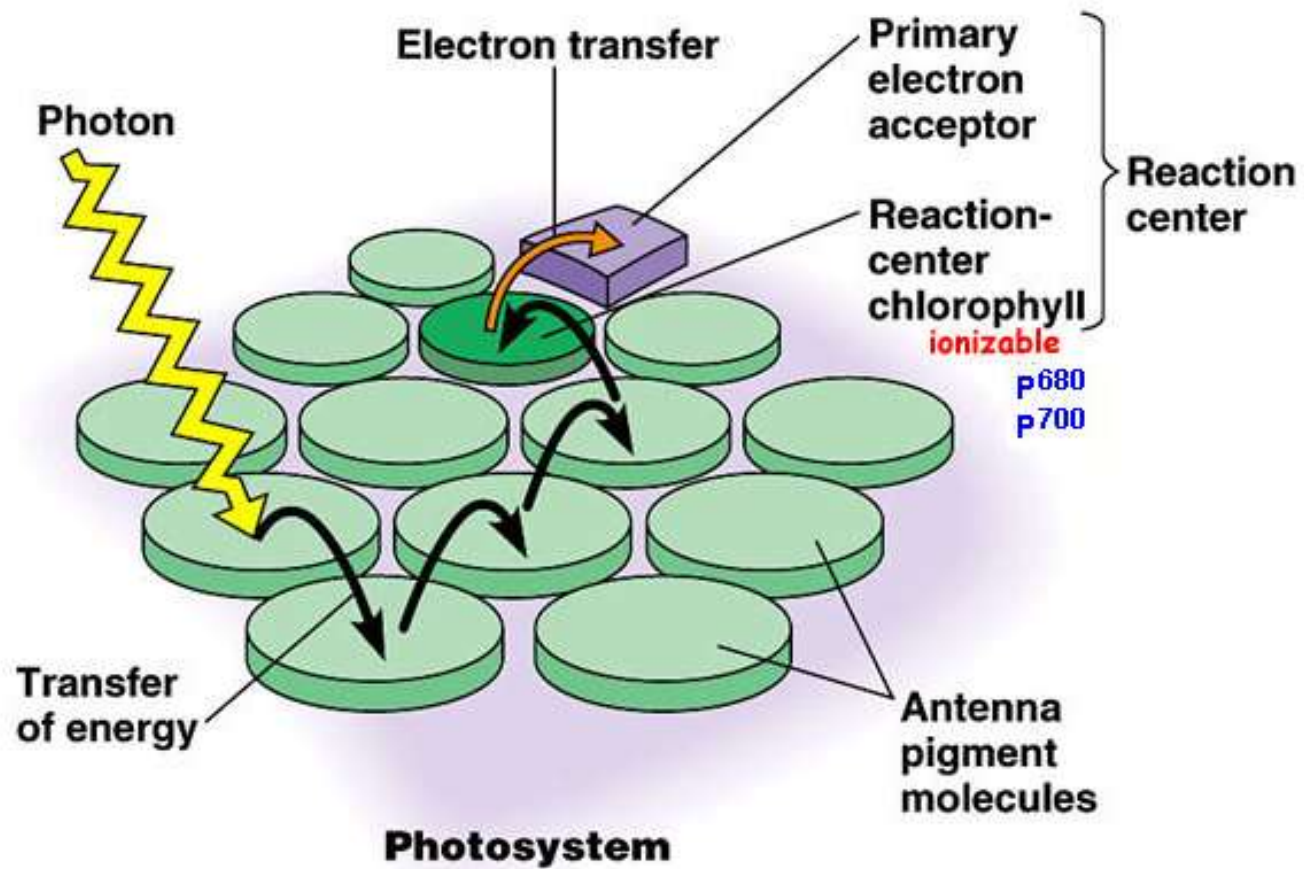
- Centro de reacción con:

- Diana (P_{700} ou P_{680})
- e^- aceptor
- Dador de e^-



© 2012 Pearson Education, Inc.

Fotosistema

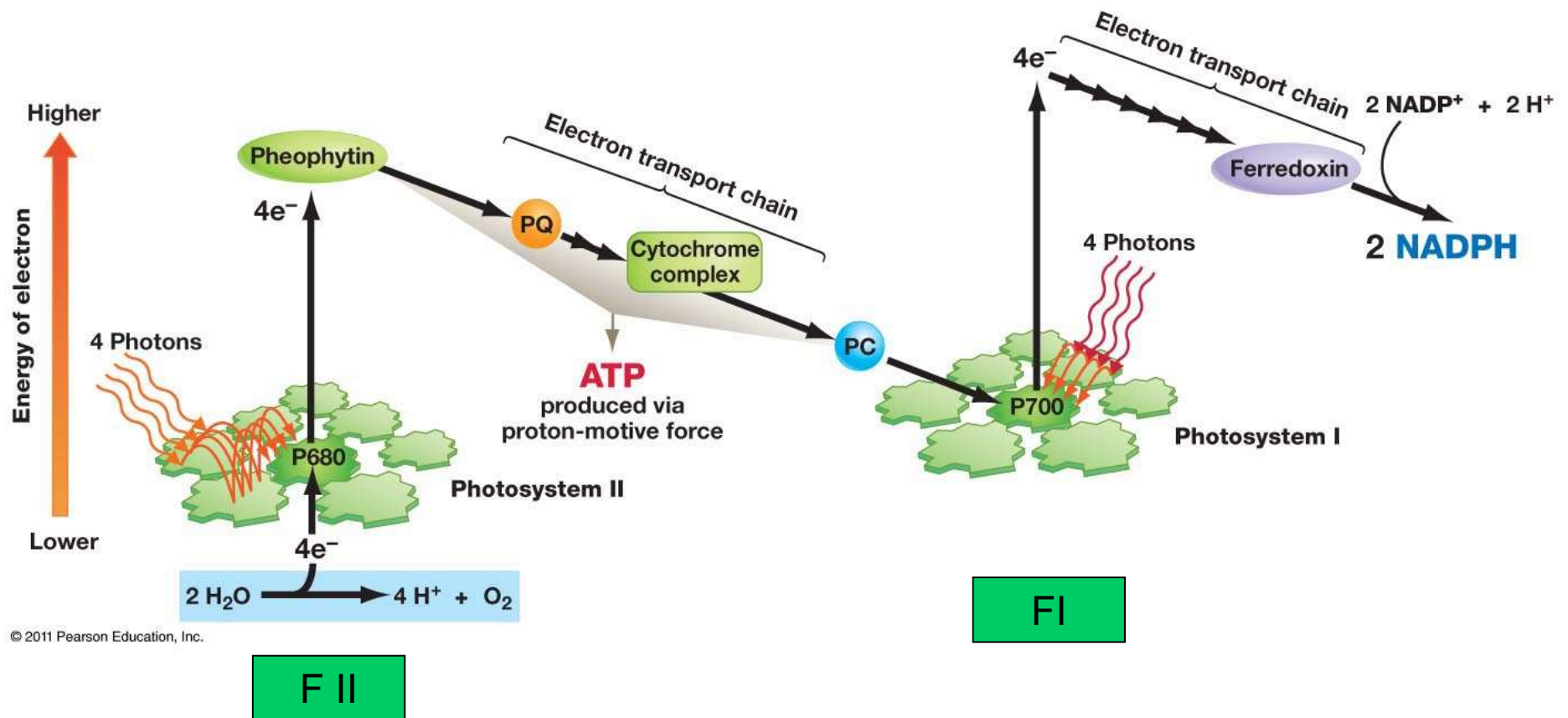


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

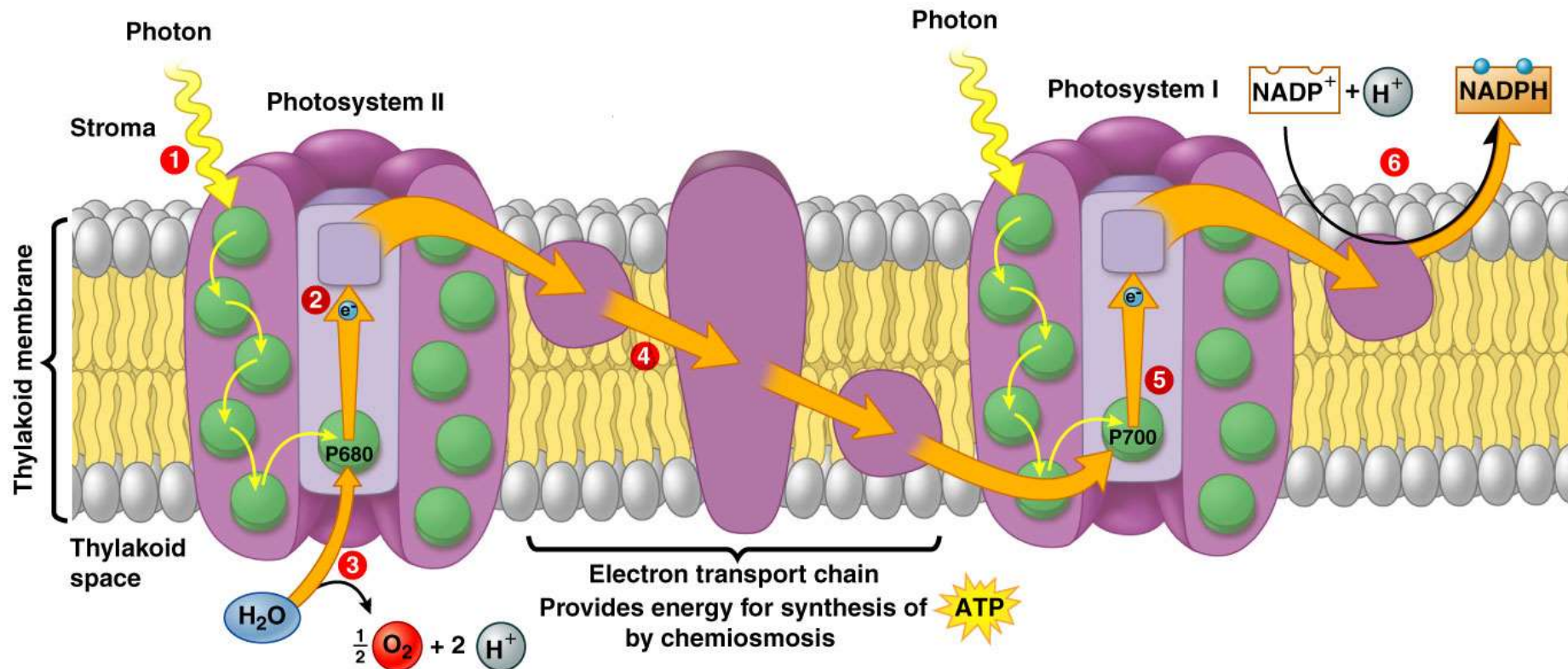
Os dous fotosistemas

Fotosistema	II	I
Clorofila diana	P ₆₈₀	P ₇₀₀
Aceptor	feofitina	X
Dador	H ₂ O	FII
Cadea de transporte	plastoquinona, complexo citocromo b ₆ -f, plastocianina	ferredoxina, ferredoxina-NADP-redutase

Fase luminosa acíclica

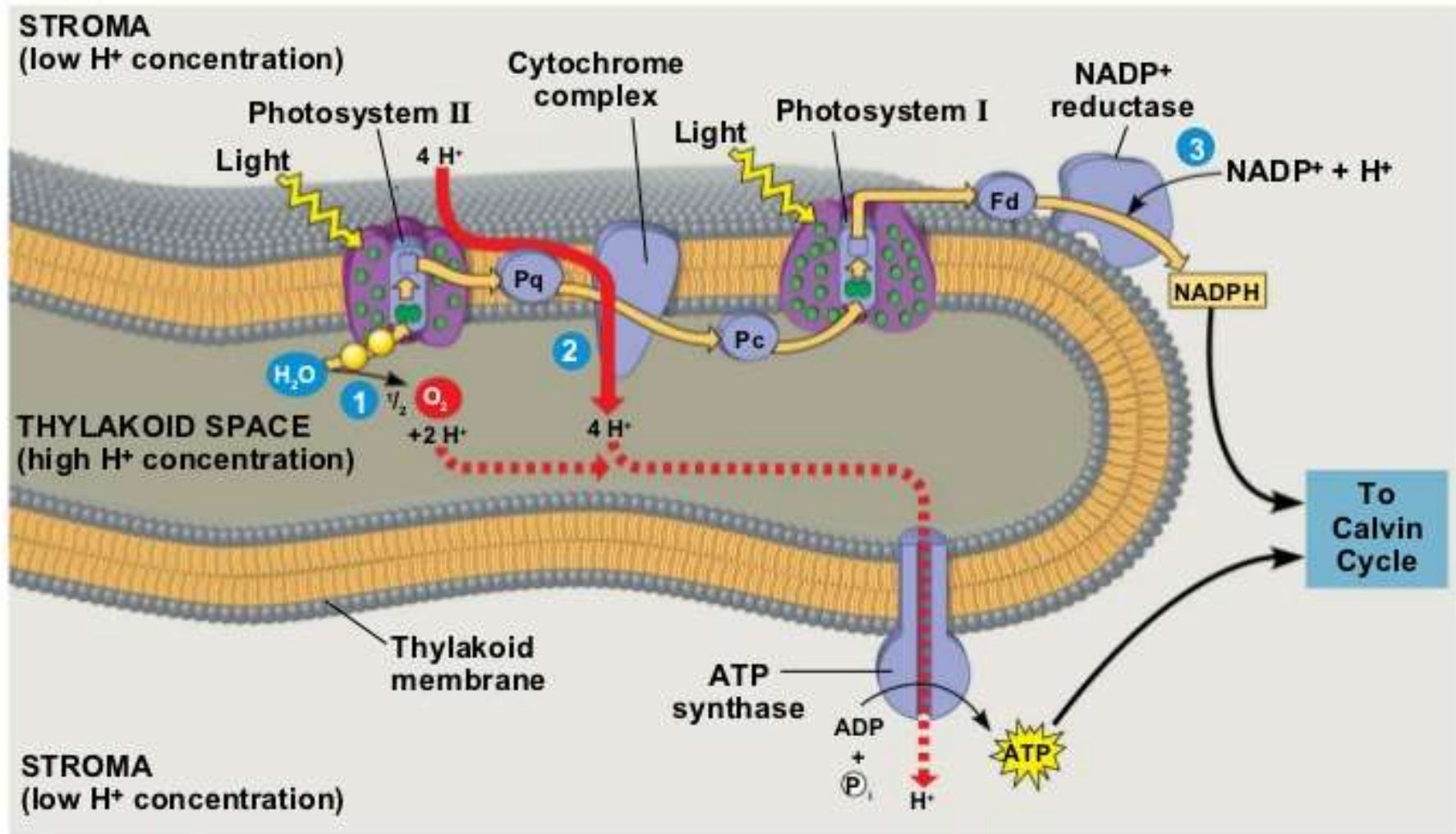


Fase luminosa acíclica



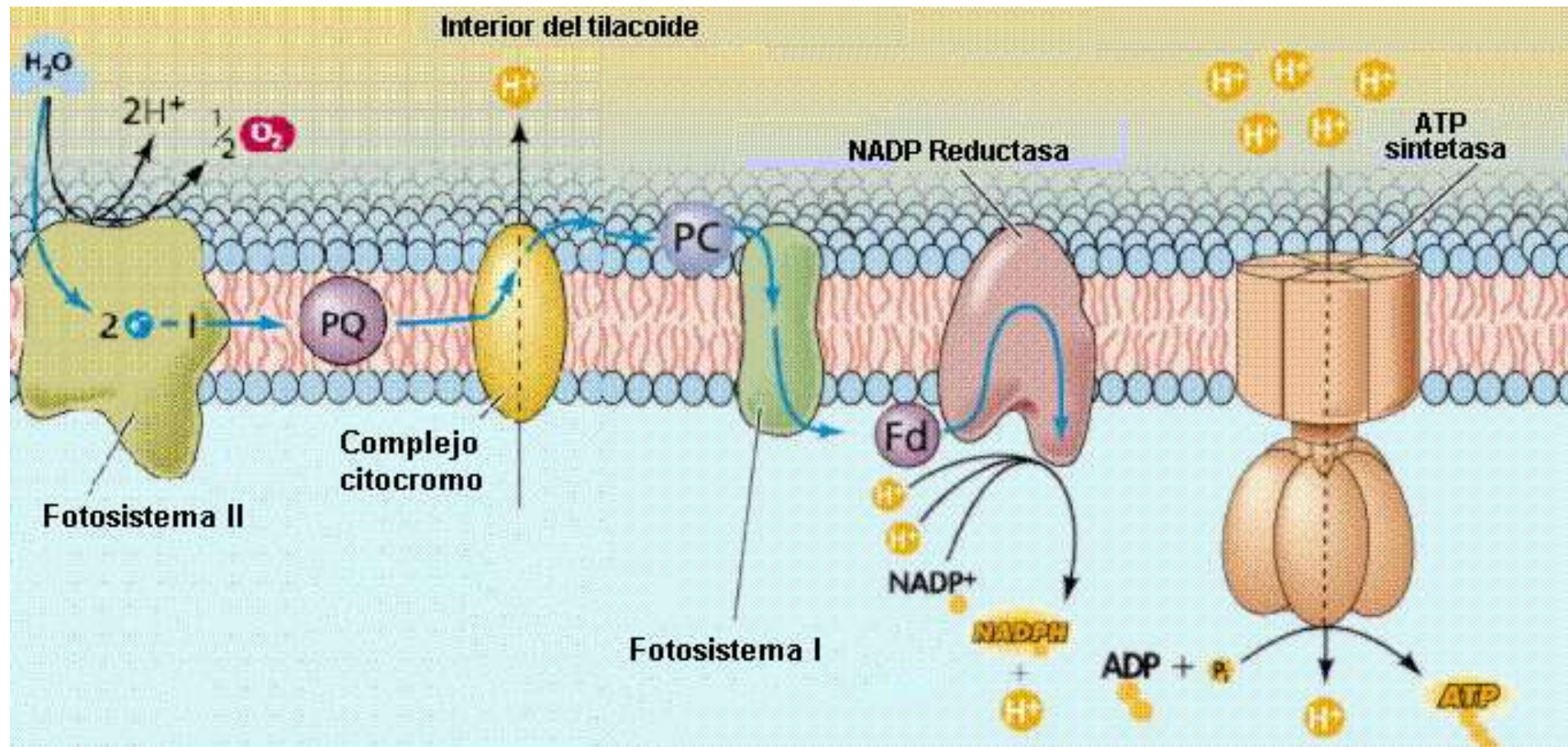
Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Fotofosforilación



© 2011 Pearson Education, Inc.

Fotofosforilación

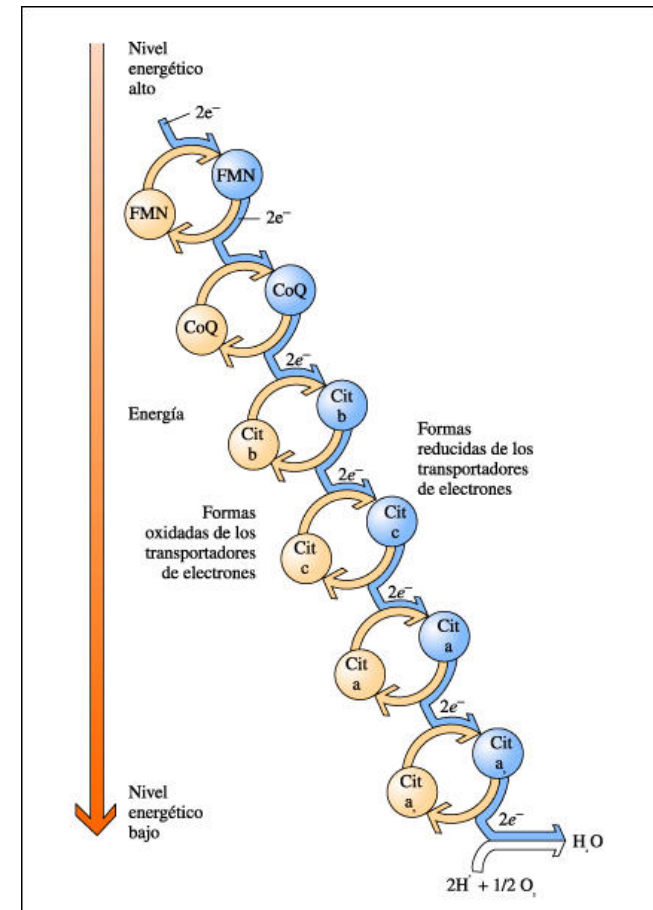
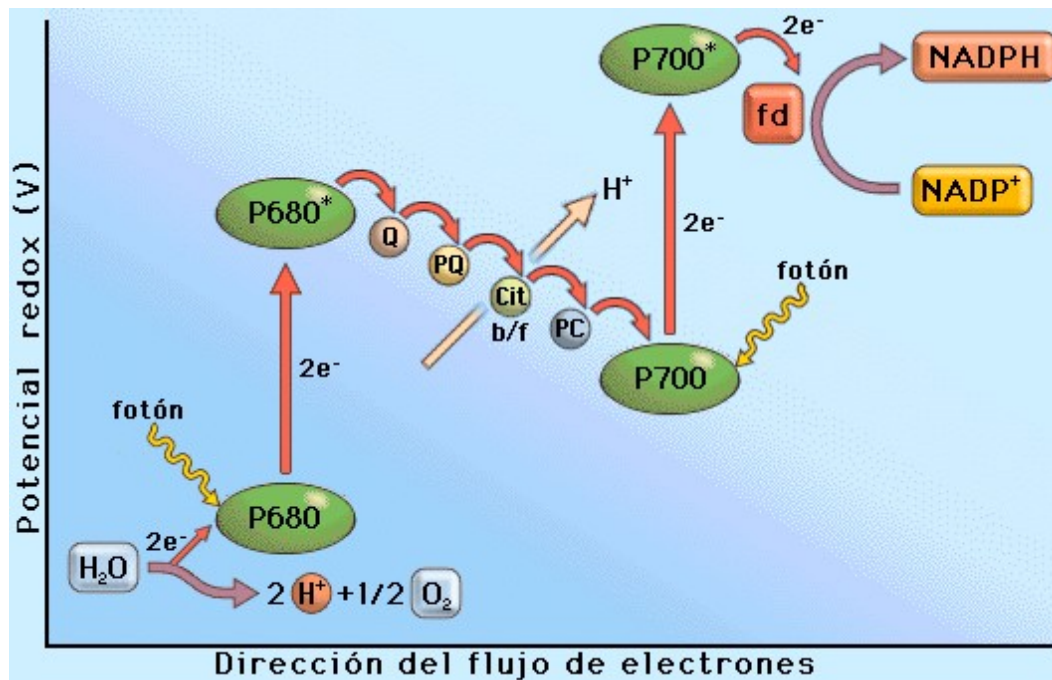


FASE LUMINOSA: RESUMO

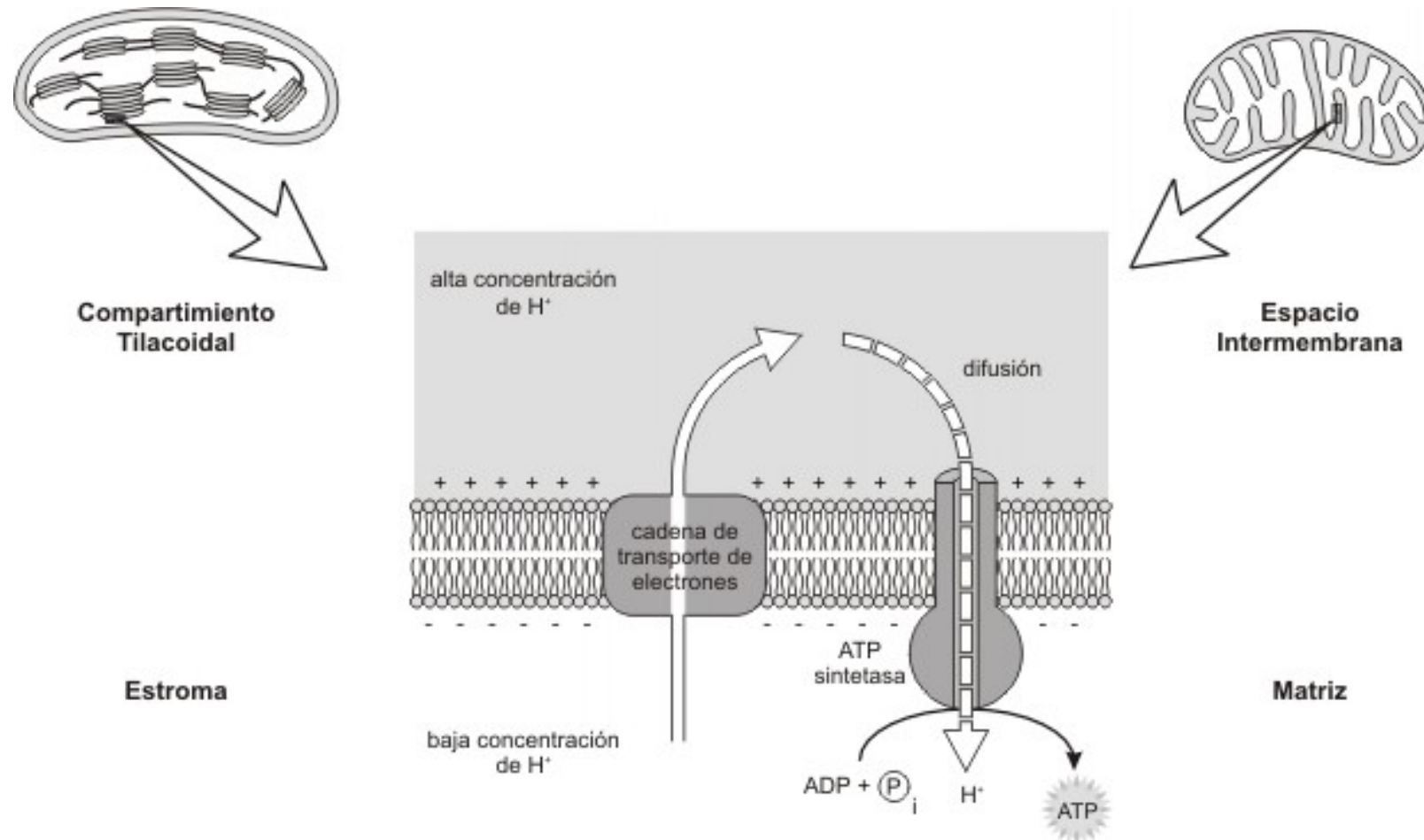
Procesos:

- Captación de enerxía luminosa nos FS: excita os e-
- Transporte de electróns nas membranas tilacoides
- Fotólise da auga: e^- , produción de H^+ e de O_2
- Fotorreducción $NADP^+$ a NADPH ($2e^- + H^+$)
- Fotofosforilación de ADP en ATP, asociada ao bombeo de H^+

COMPARA E DEDUCE



COMPARA RESPIRACIÓN - FOTOSÍNTESIS



Fase Luminosa: outra vía

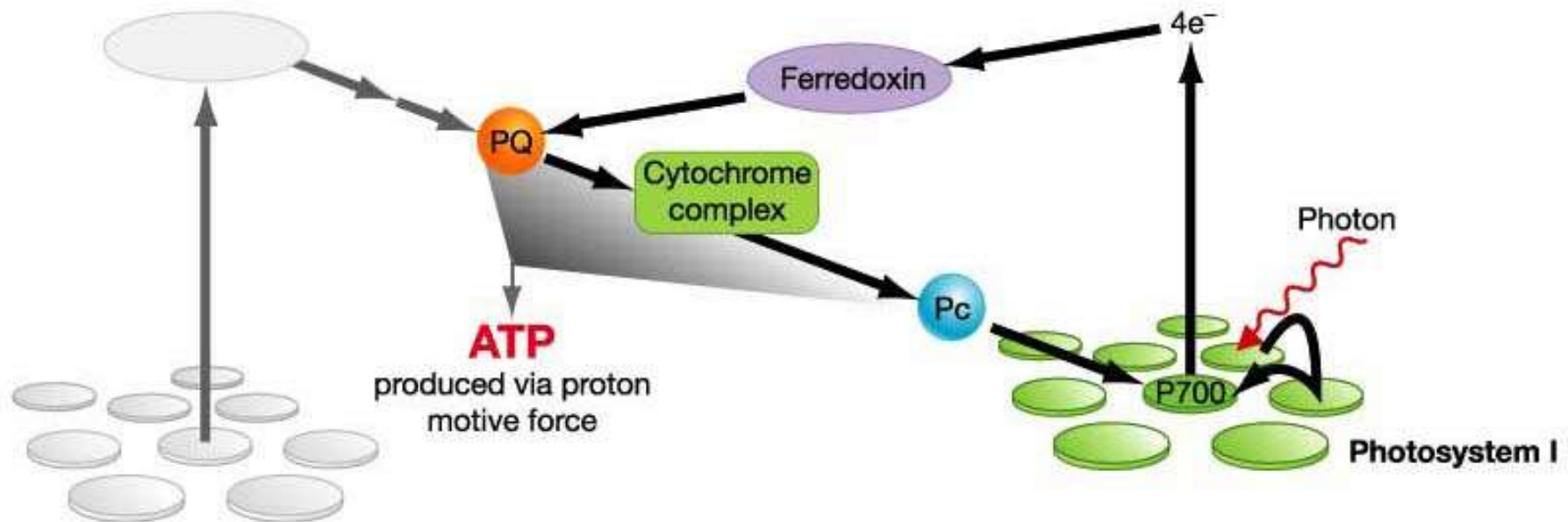
Opcionalmente tamén ocorre:

Transporte cíclico

Camiño para a síntese de ATP se:

- Hai pouco ATP
- En organismos anixoxénicos

Fase luminosa cíclica



Vías cíclica e non cíclica

Non cíclico

FSI e FSII

Fotólise de H_2O : desprende O_2

Os e^- do FSI reducen o NADP^+

Prodúcese ATP

Cíclico

FSI

Non se consume H_2O , non produce O_2

Non forma NADPH

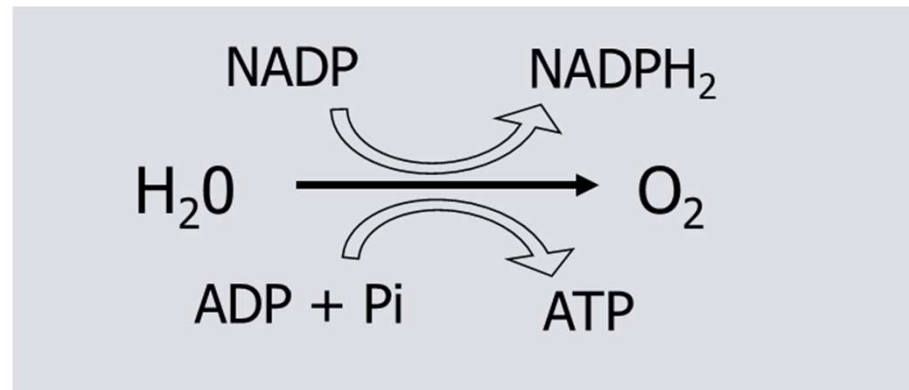
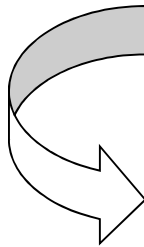
Prodúcese ATP

Ecuación fase luminosa

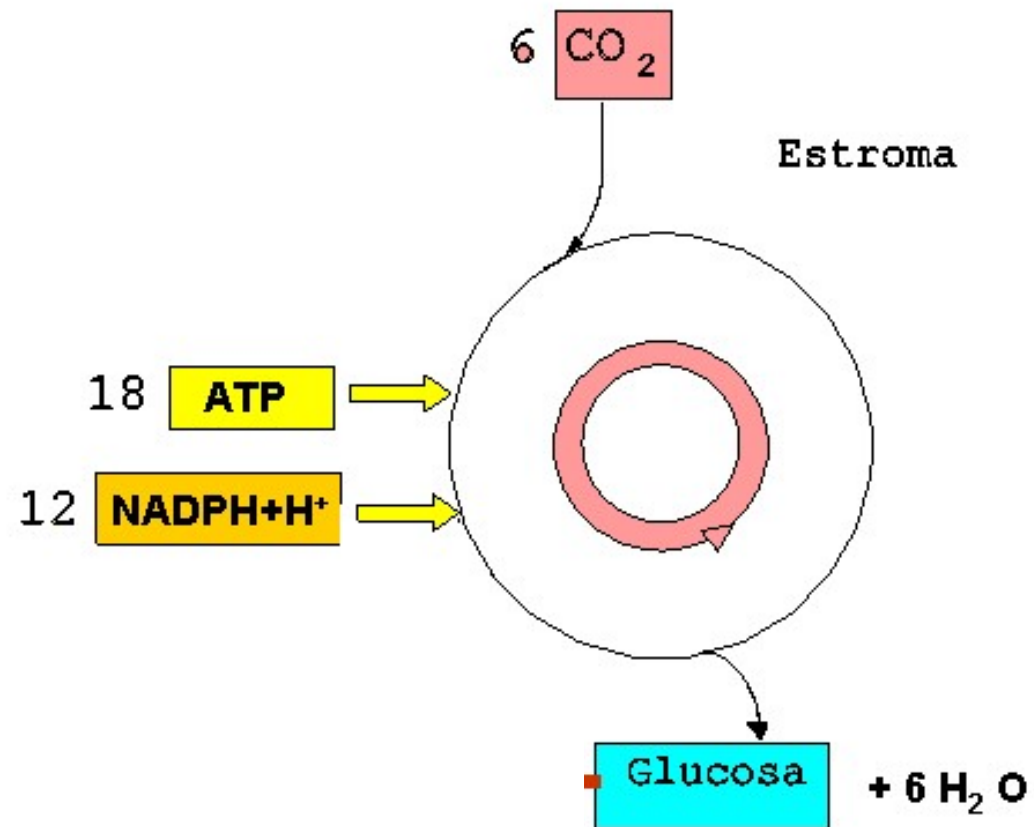
Localización:
tilacoides

Entra H_2O sale O_2

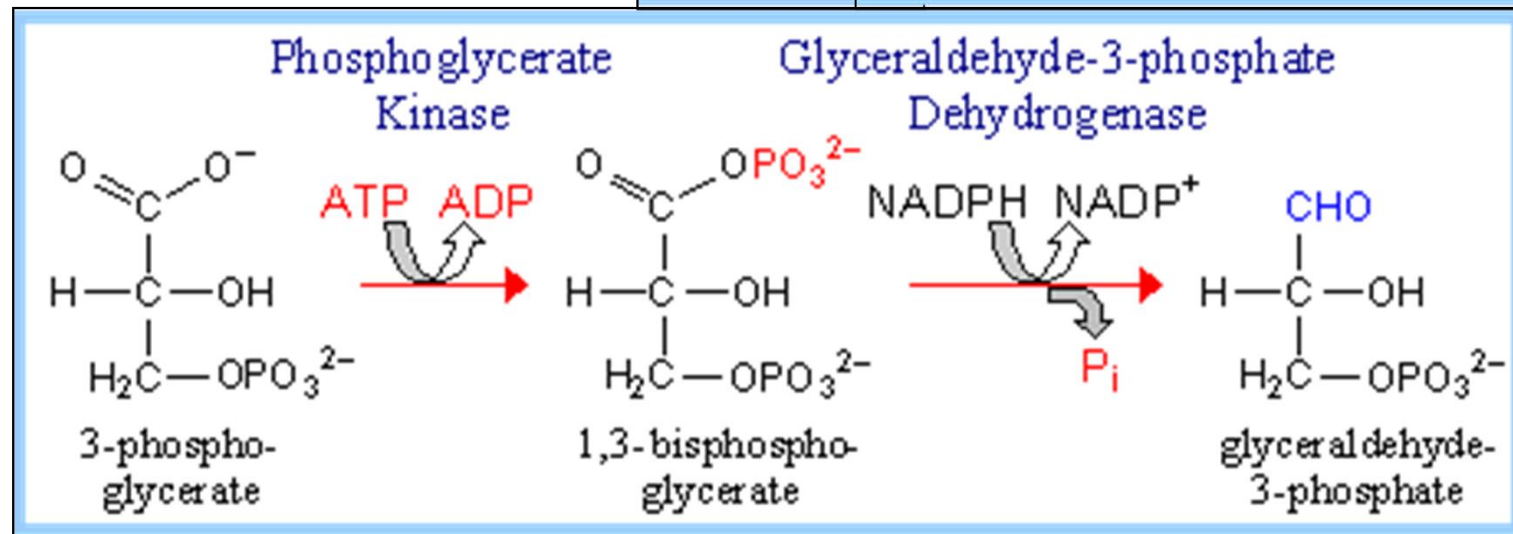
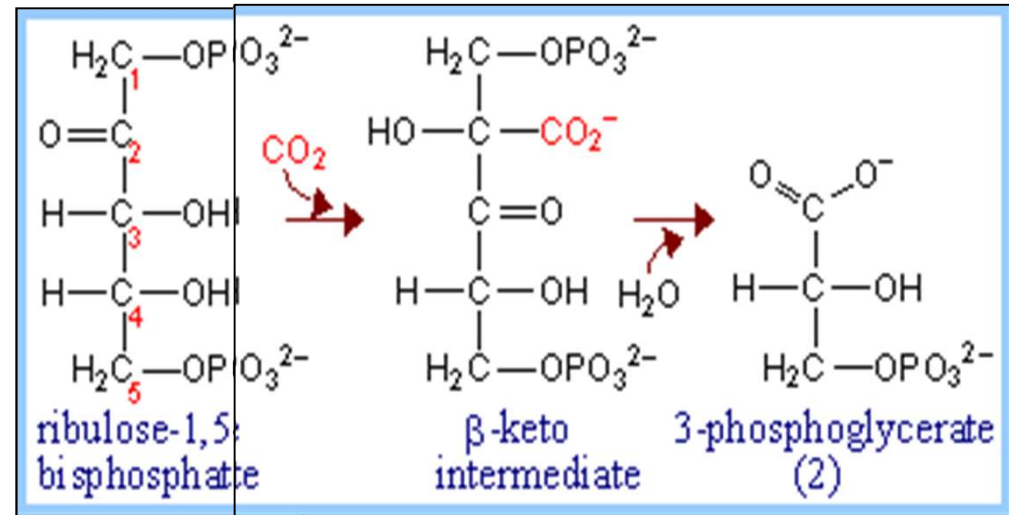
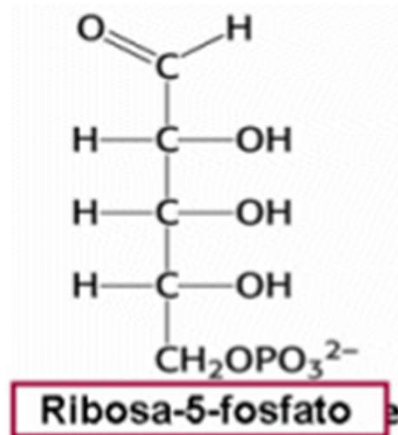
Objetivo: NADPH, ATP



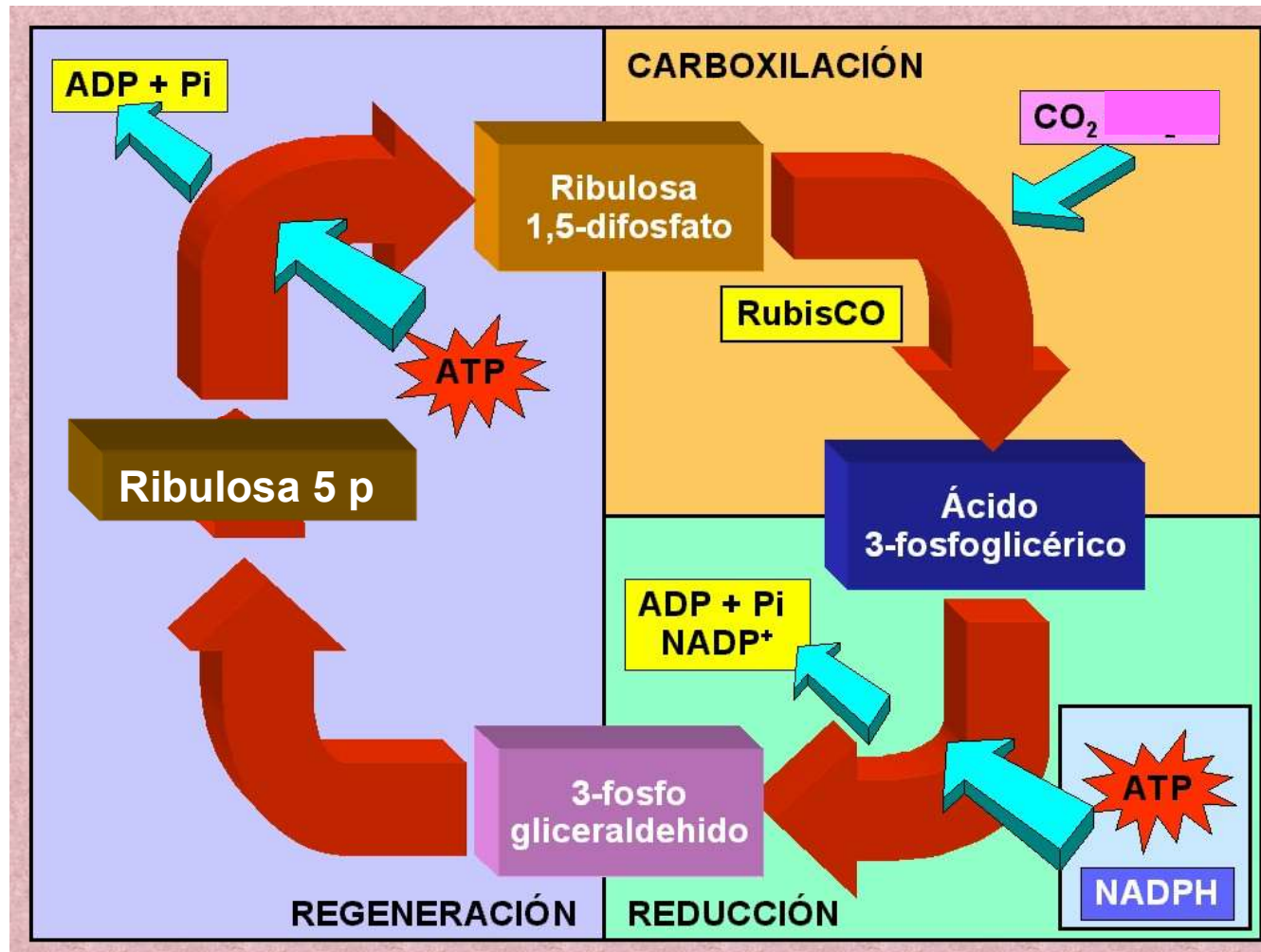
Fase escura



Etapas do Ciclo de Calvin



Etapas do Ciclo de Calvin



Fase escura

Localización: estroma

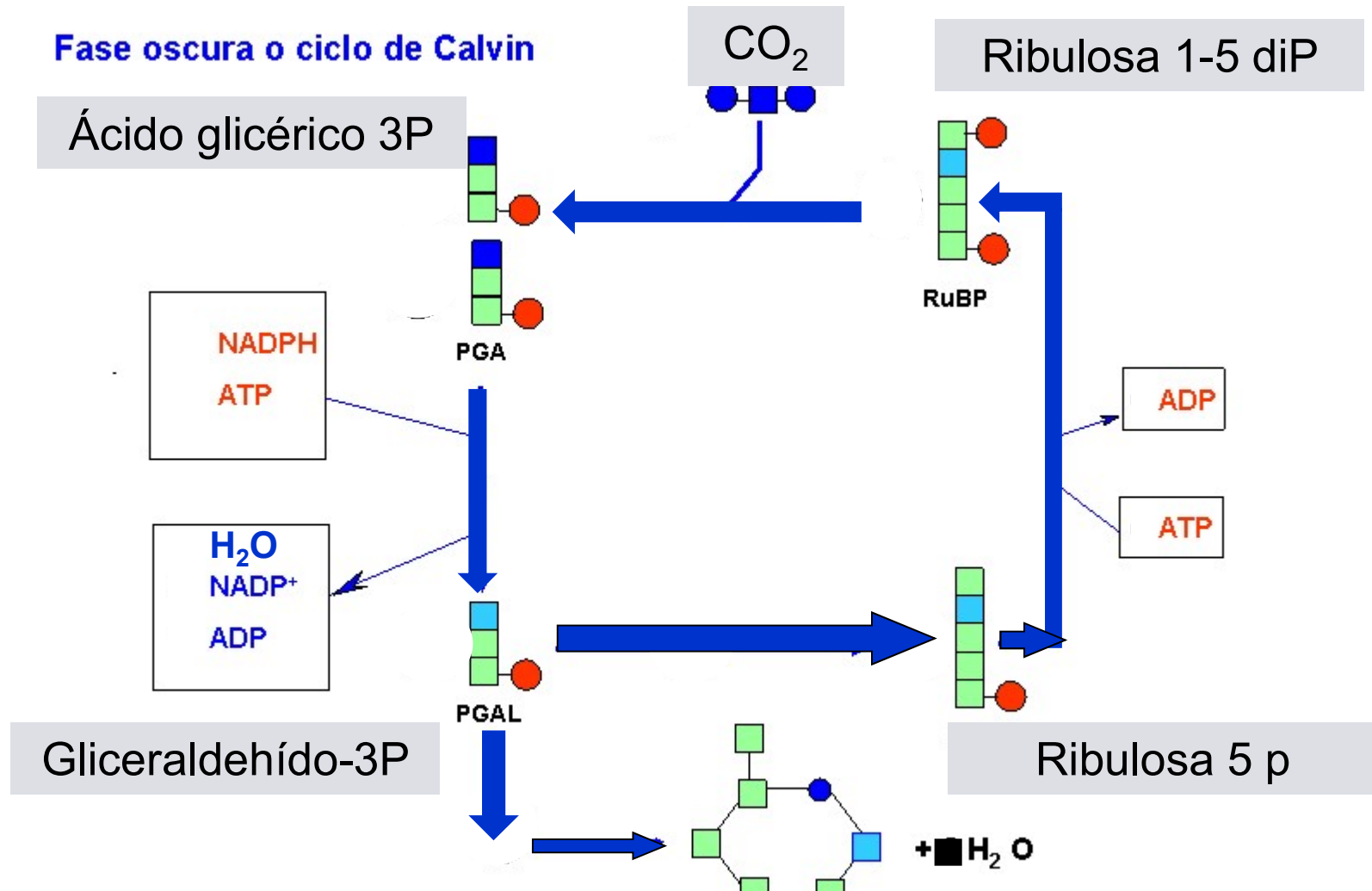
Introduce ATP, NADPH e CO_2 ,

Procesos:

- Incorporación de CO_2 cadea carbonatada
- Redox (oxidación) de NADPH a NADP^+
- O ATP proporciona enerxía ás reaccións
- Síntese de glicosa e outras moléculas orgánicas

Obxectivo: glicosa e outros compostos orgánicos

Ciclo de Calvin: etapas



Cantas moléculas de RuBP se necesitan para facer unha de glicosa?

Ciclo de Calvin: etapas II

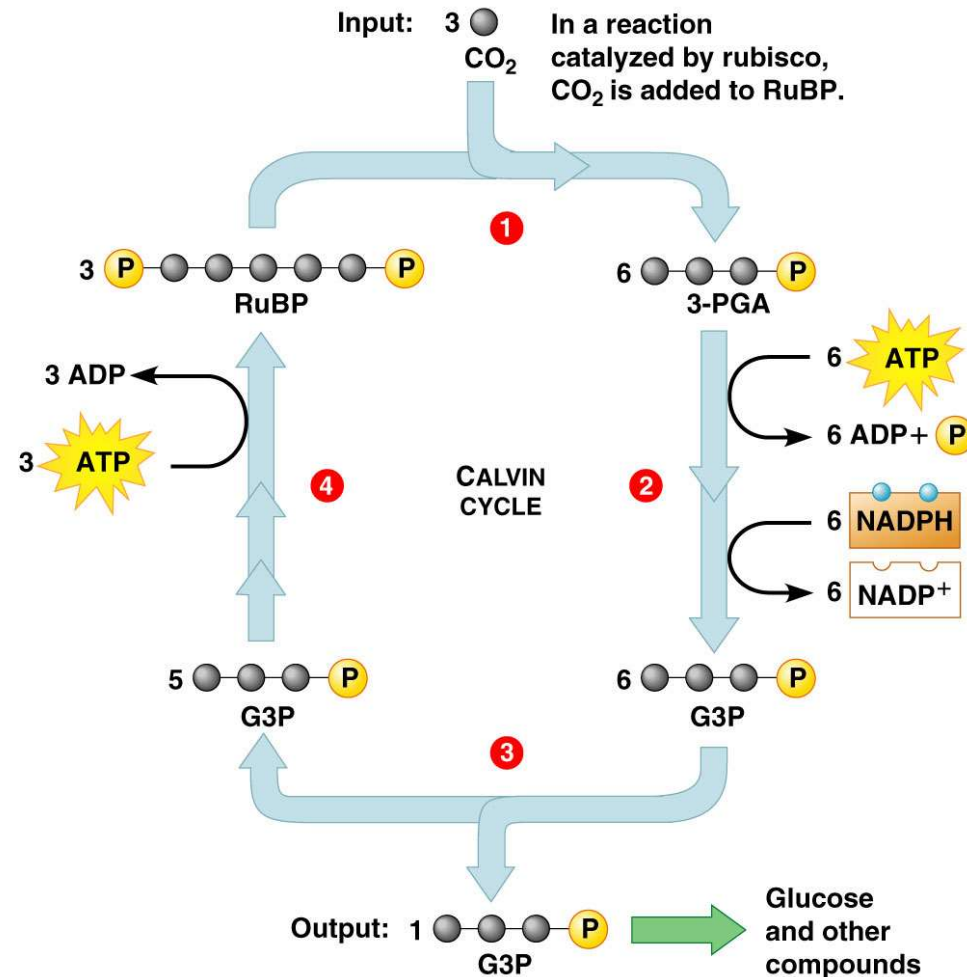
Step 1 Carbon fixation.

Input: 3 CO_2 In a reaction catalyzed by rubisco, CO_2 is added to RuBP.

Step 2 Reduction.

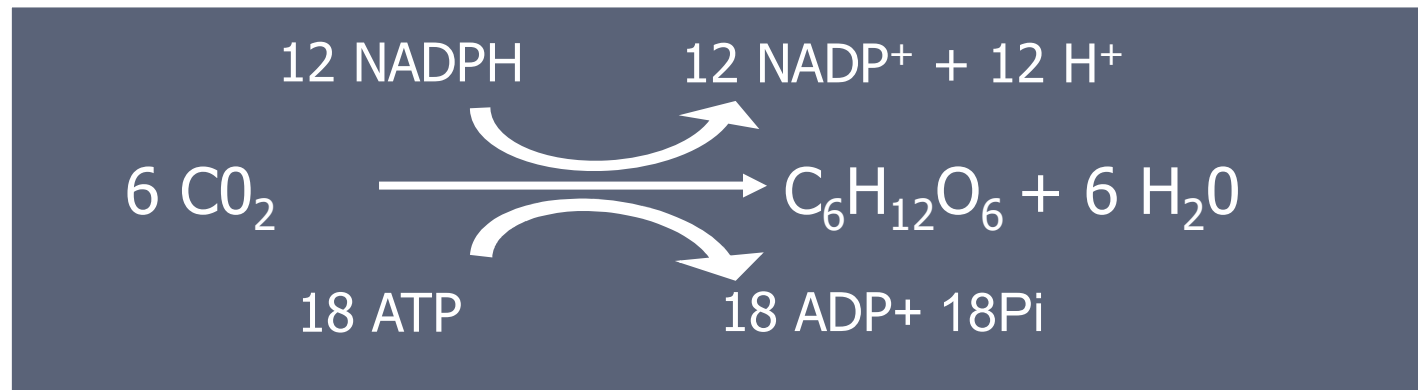
Step 3 Release of one molecule of G3P.

Step 4 Regeneration of RuBP.

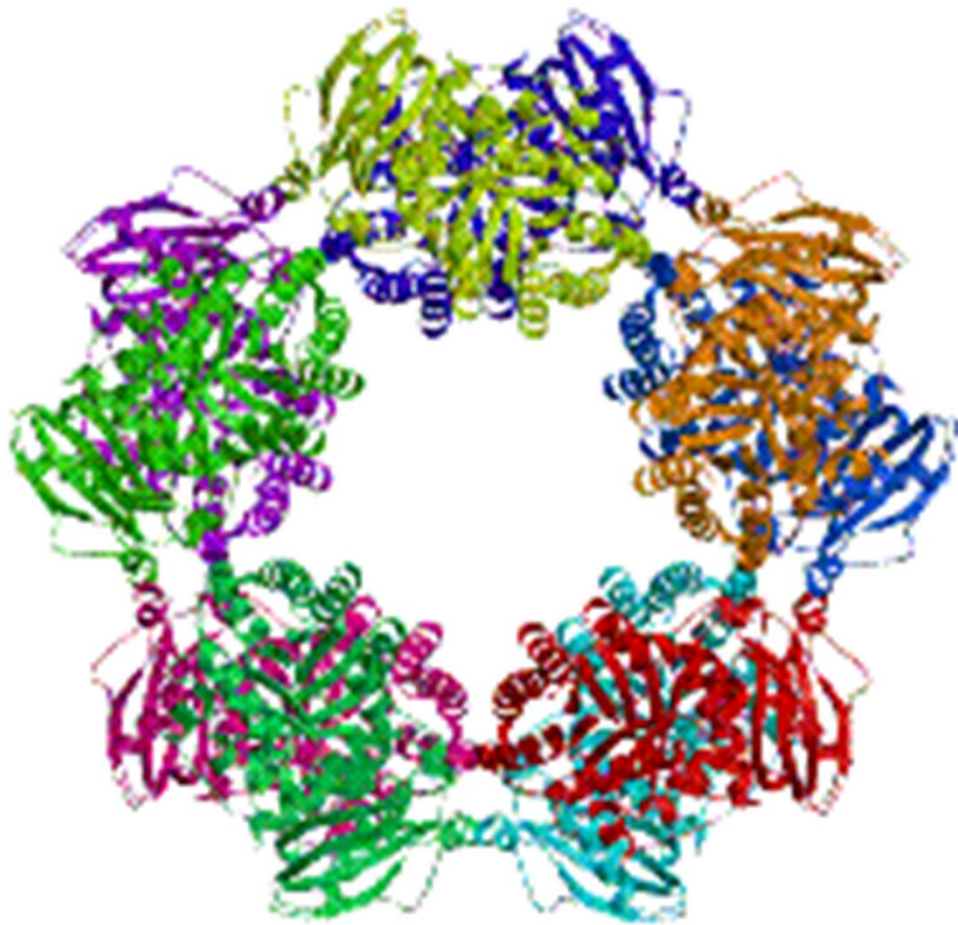


Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Ecuación fase oscura



A proteína máis abundante

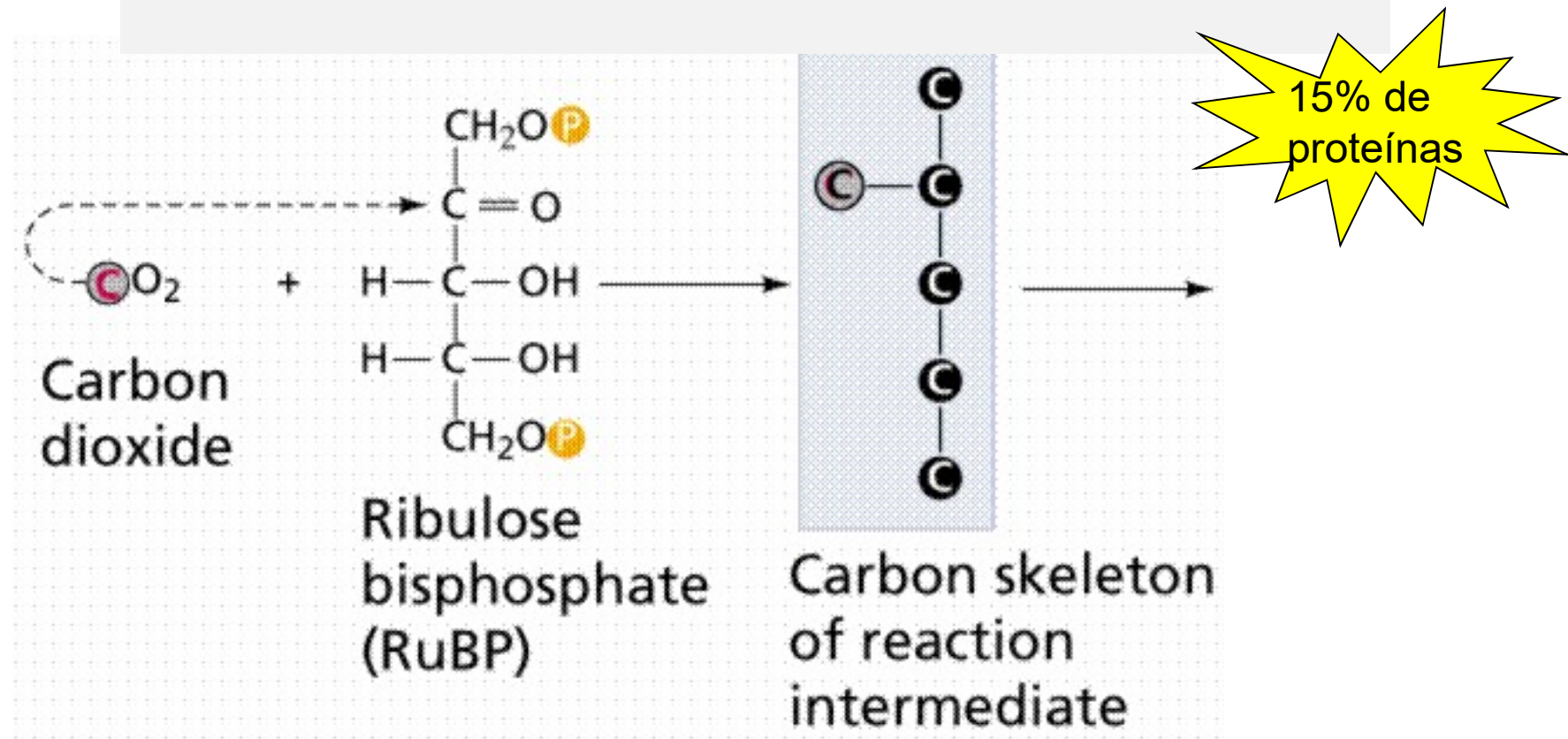


RuBisCO

**D-ribulosa-1,5- difosfato
carboxilase oxidase**

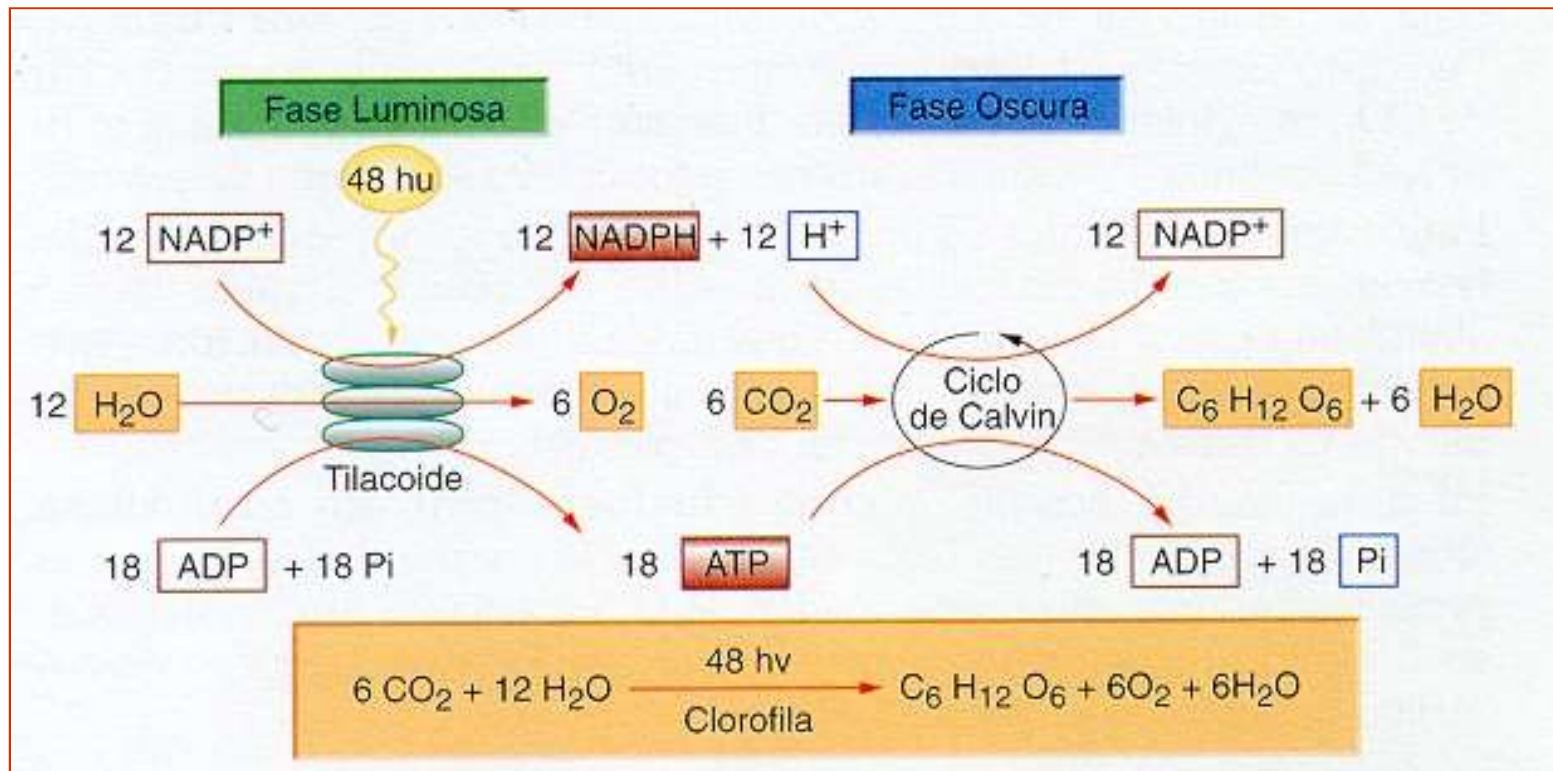
Etapa clave

Enzima: RuBisCO (ribulosa-1,5-difosfato-carboxilase)



Balance enerxético

Para formar unha molécula de glicosa (6C) cómpre fixar 6 CO₂ e gastar 18 ATP e 12 NADPH (previamente formados na fase luminosa)





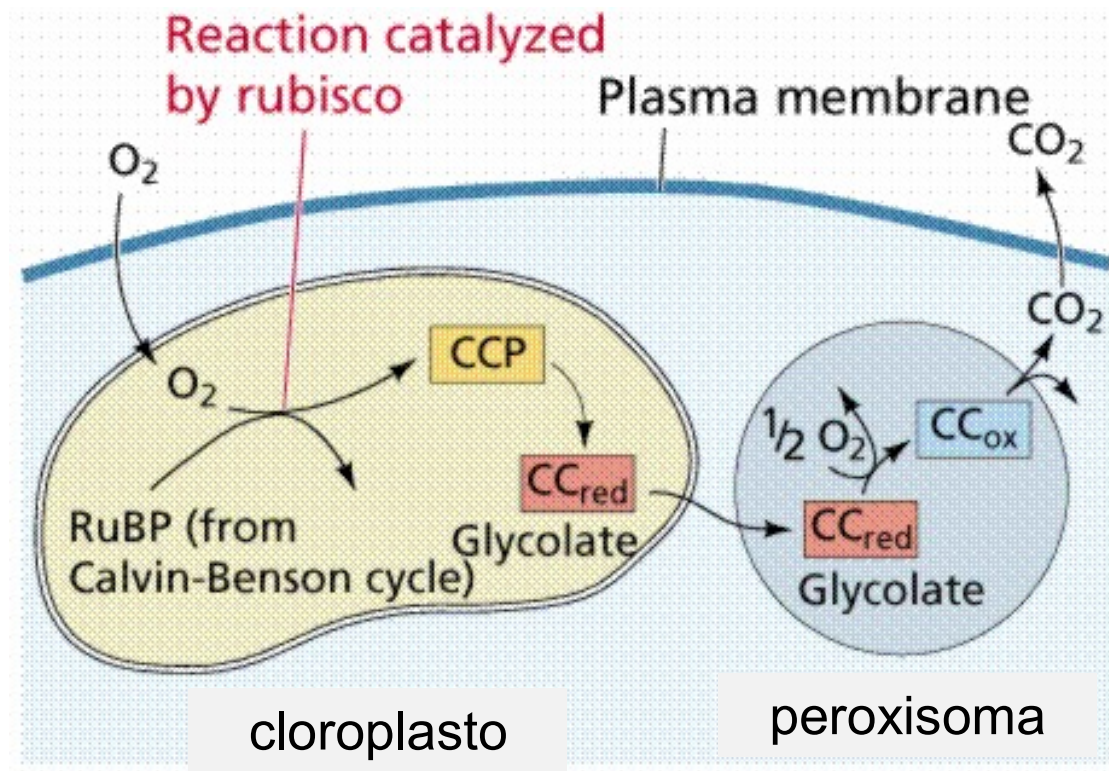
Que me poden preguntar?

Dos procesos relacionados coa fotosíntese listados a continuación, indique se teñen lugar:

- a. na fase clara
- b. na fase escura,
- c. en ambas as fases,
- d. en ningunha fase

- Fosforilación ADP
- Síntese de hidratos de carbono
- Lanzamento de O₂
- Redución de NADP a NADPH₂
- Redución de CO₂
- Descomposición de carbohidratos
- Oxidación do NADP
- Intervención de ATP en reaccións
- Desfosforilación do ATP
- Fotólise da auga

Fotorrespiración



O O_2 e o CO_2 compiten polo Rubisco

Non xera pero consume ATP e NADPH

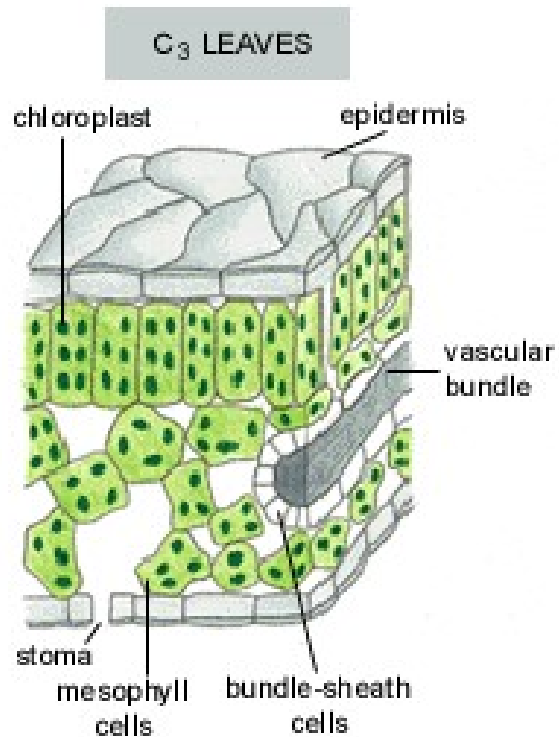
Diminúe a eficiencia da fotosíntese



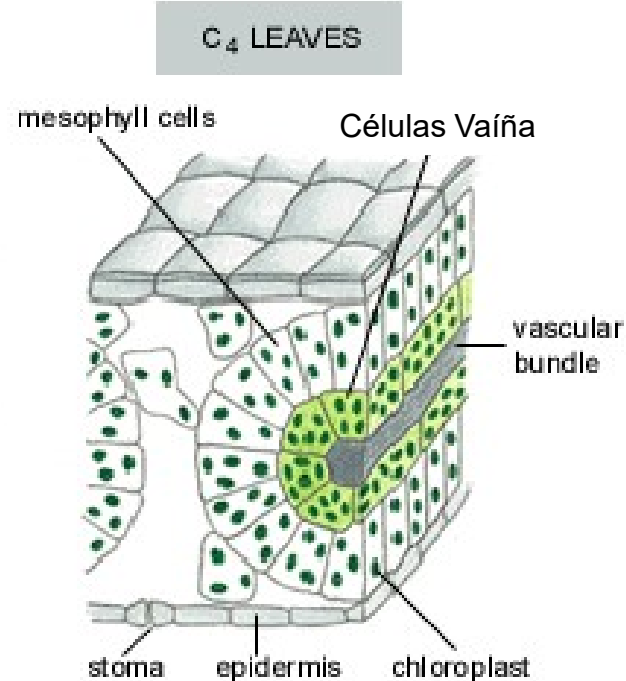
Plantas C₄

Viven en lugares soleados e
calorosos, normalmente son
tropicales

C₃, anatomía articular

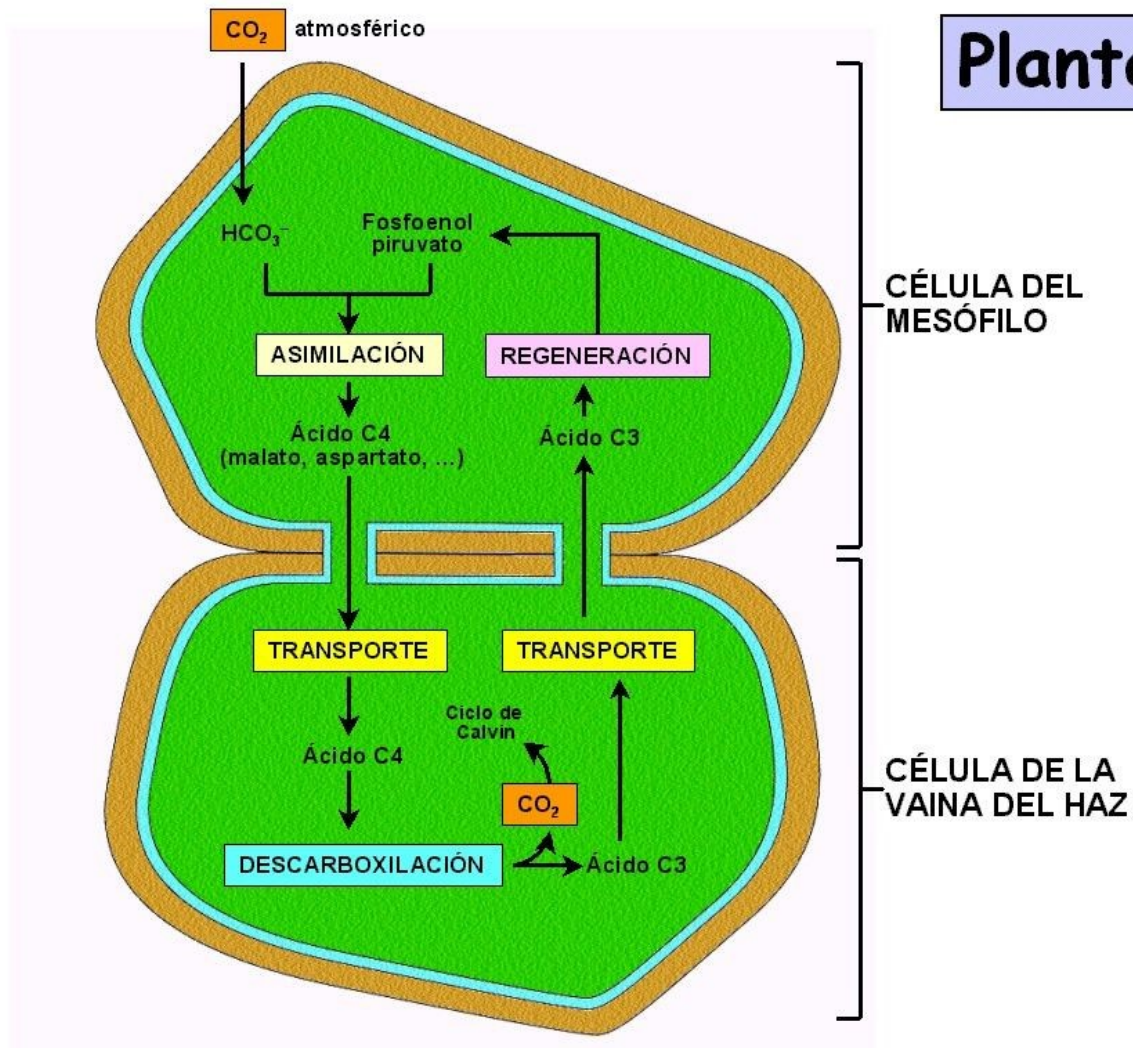


C₄, anatomía de Kranz



Gastan más ATP, pero
crecen más rápido

Plantas C4



Plantas C4

Fase de luz:

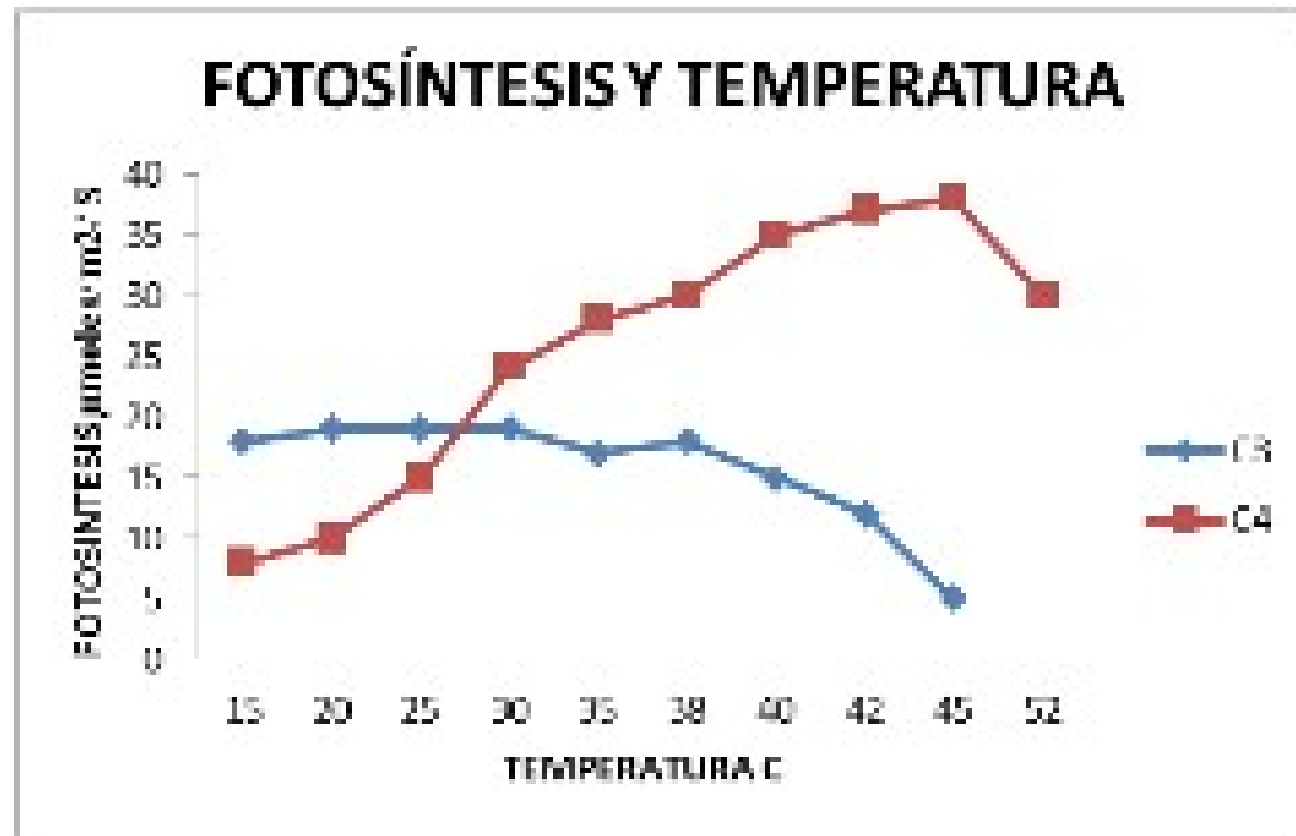
asimilación CO₂ nas células mesofílicas formando un composto 4C.

Fase escura:

Este composto é transportado ás células da vaíña, onde se libera CO₂.

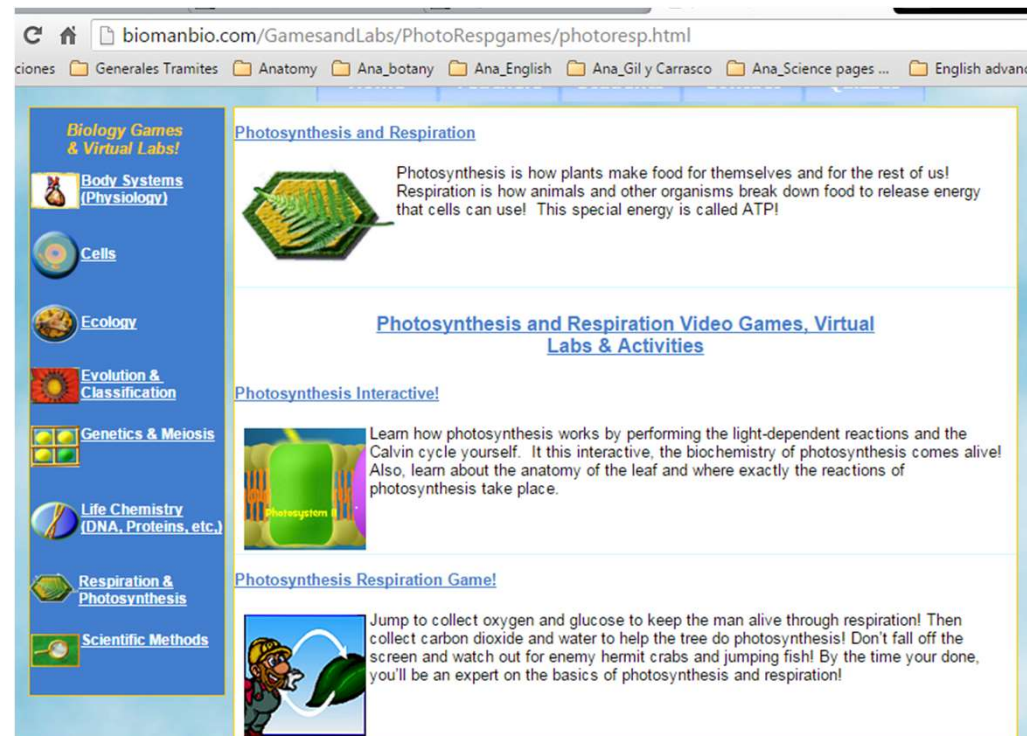
Millo, cana de azucre, sorgo

A que temperatura funcionan mellor C3 e C4?



Juegos

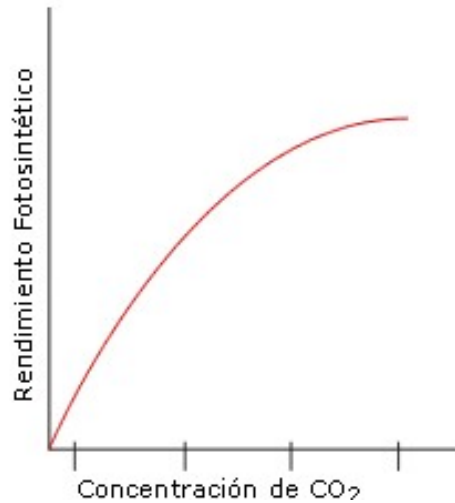
<http://biomanbio.com/GamesandLabs/PhotoRespgames/photoresp.html>



Factores que afectan a la fotosíntesis

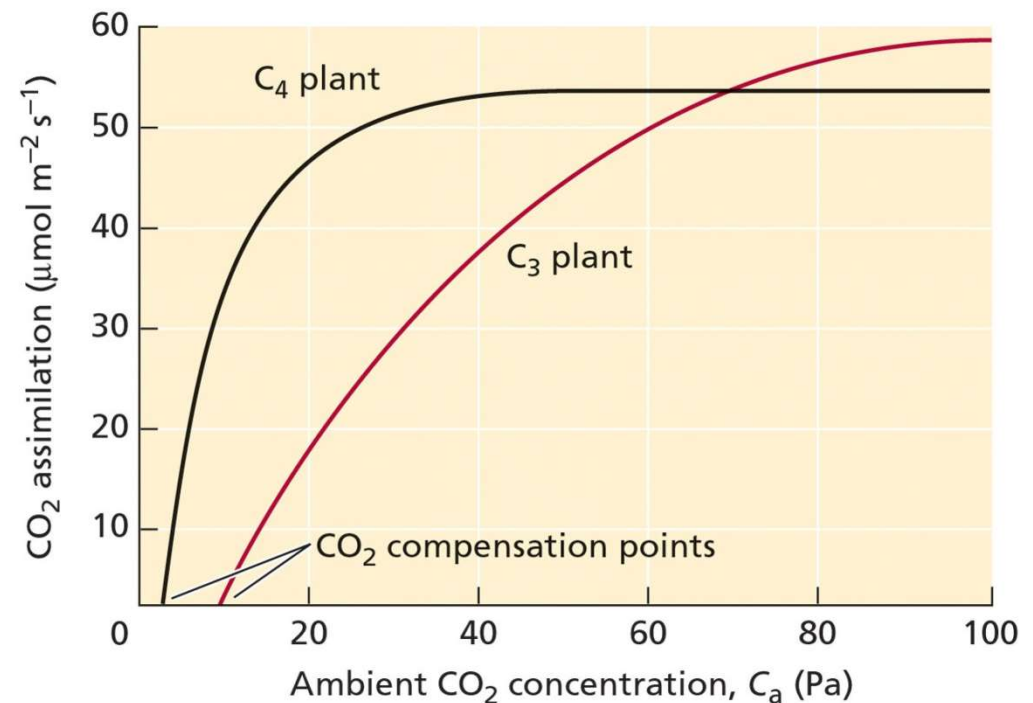


1. Concentración de CO₂ ambiental

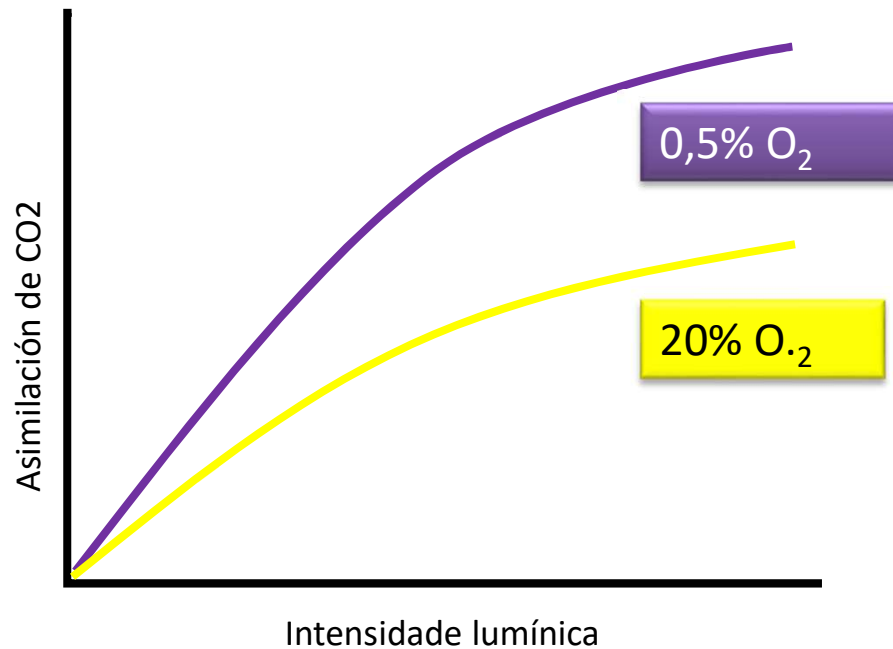


Por encima dun determinado valor (o óptimo), o rendemento fotosintético estabilízase.

A concentración de CO₂ na atmosfera non é a óptima para a fotosíntese, na práctica agrícola úsase unha adición artificial de CO₂ gasoso, en condicións de iluminación constantes, para aumentar a velocidade fotosintética e con el o rendemento na produción de materiais biolóxicos.

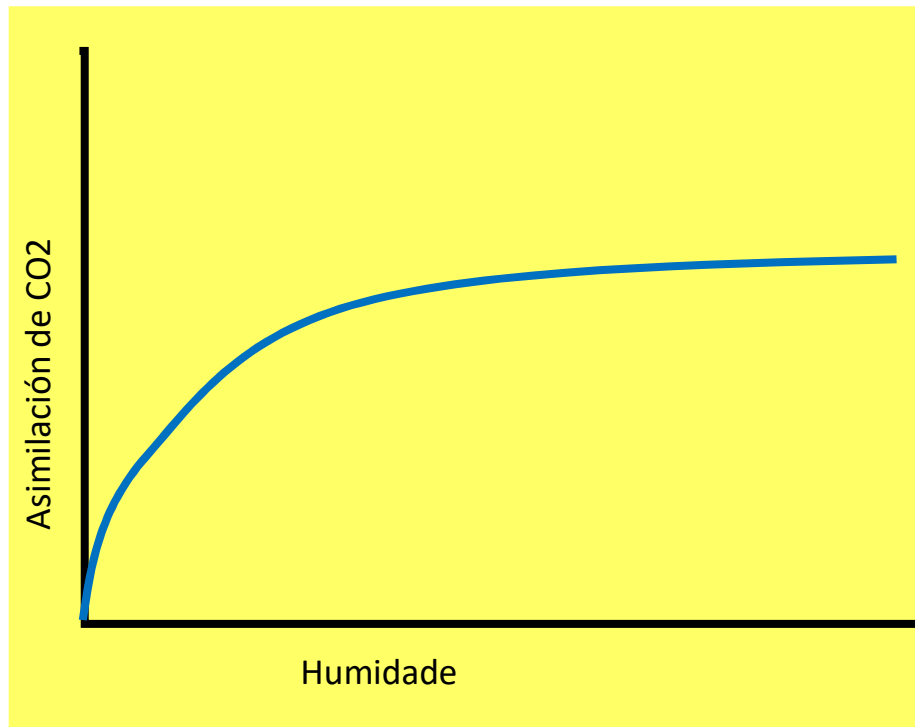


Concentración O_2 ambiental



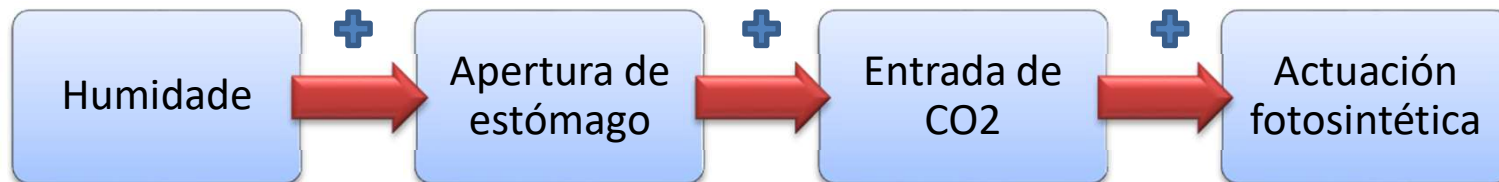
En situaciones similares de intensidad luminosa, as plantas sometidas a unha menor concentración de O_2 teñen un maior rendemento fotosintético (evitan a fotorespiración)

Humidade

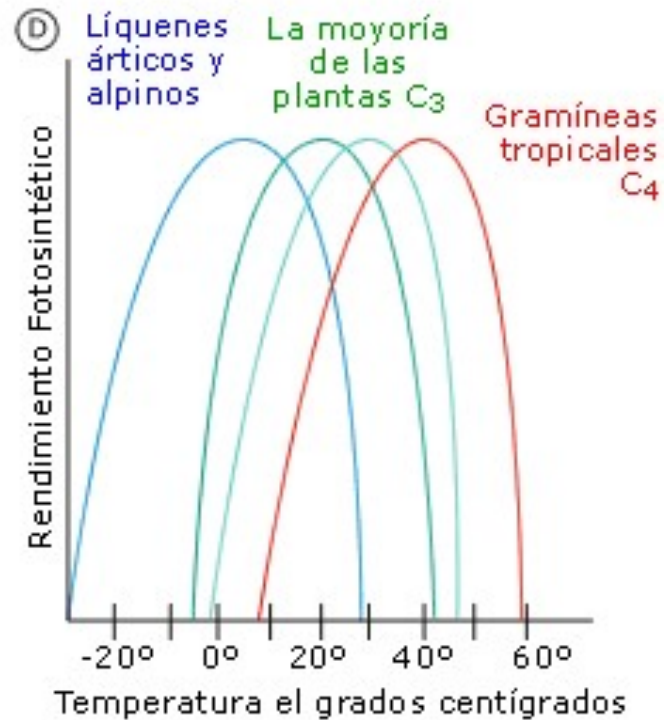


Se a humidade diminúe, os estomas péchanse, o CO₂ non entra e o rendimento diminúe.

O aumento da humidade abre os estomas e aumenta o rendimento

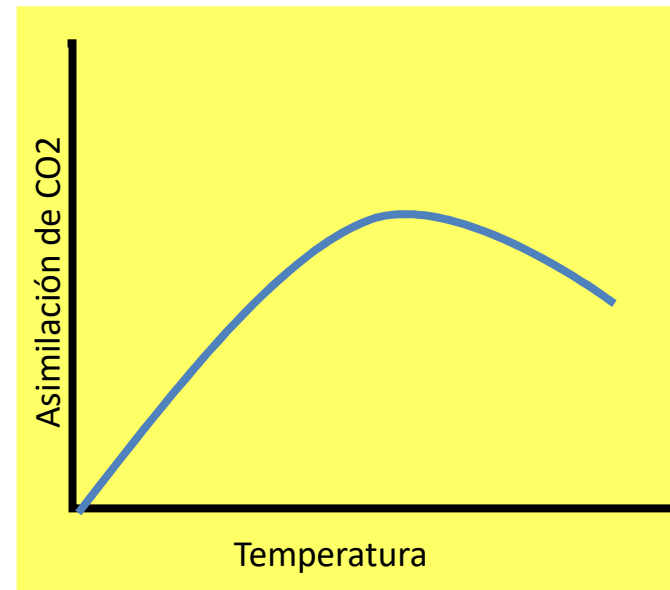


Temperatura



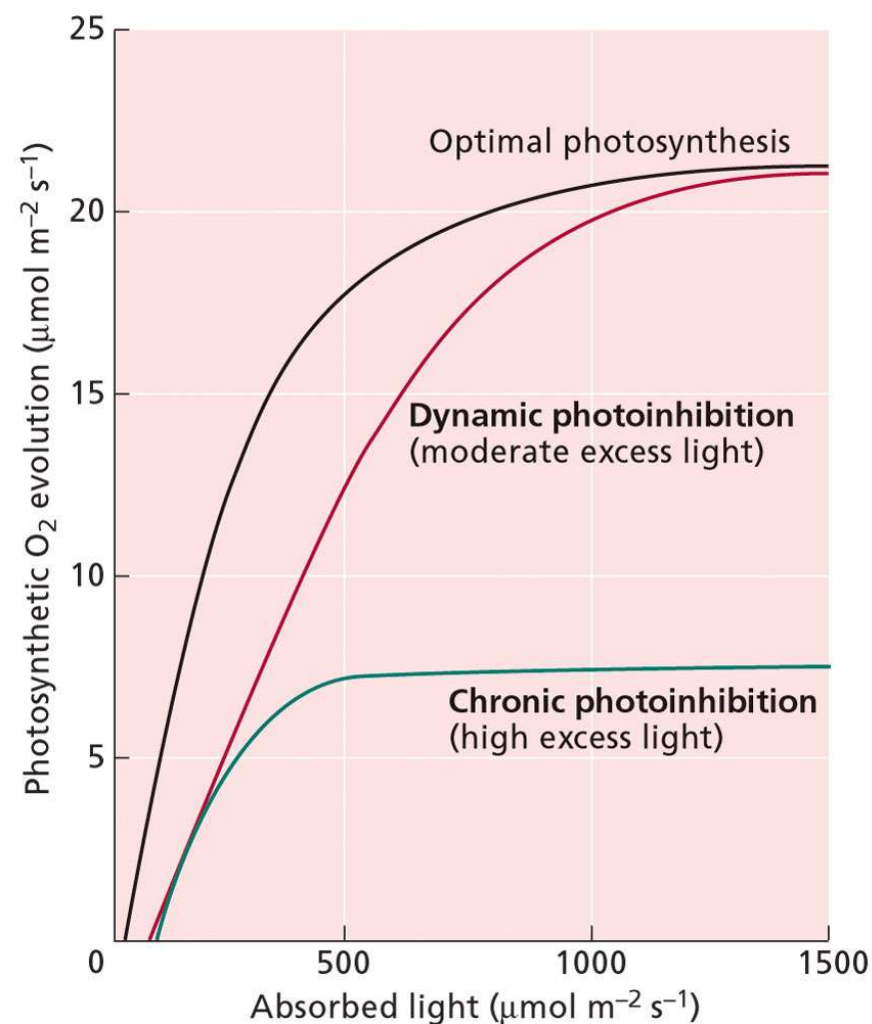
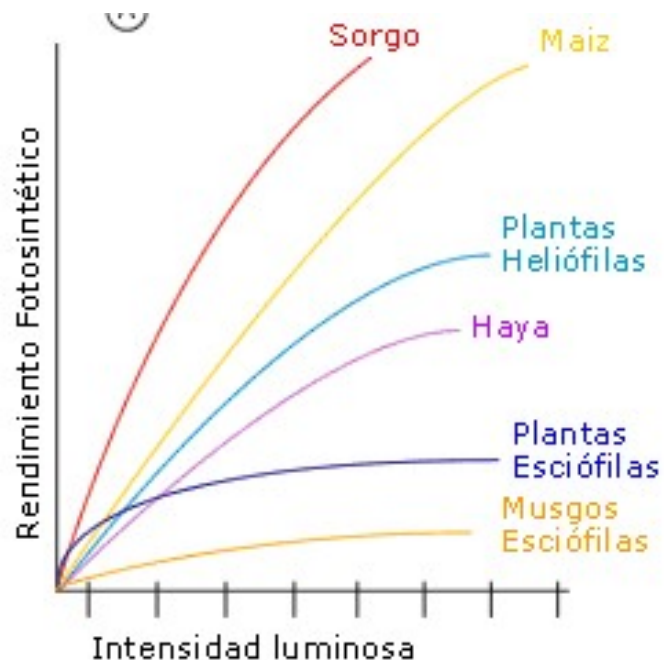
O rendemento óptimo depende do tipo de planta

A temperatura óptima coincide coa óptima dos encimas responsables da fotosíntese. A partir dese valor, o rendemento diminúe



Intensidade luminosa

En xeral, canto maior sexa a intensidade da luz, maior será a actividade fotosintética. Pero, cada especie está adaptada a niveis de iluminación óptimos, de intensidade variable. Se se superan estes niveis, alcánzase a saturación de luz e os pigmentos fotosintéticos poden incluso deteriorarse.



PLANT PHYSIOLOGY, Third Edition, Figure 9.15 © 2002 Sinauer Associates, Inc.

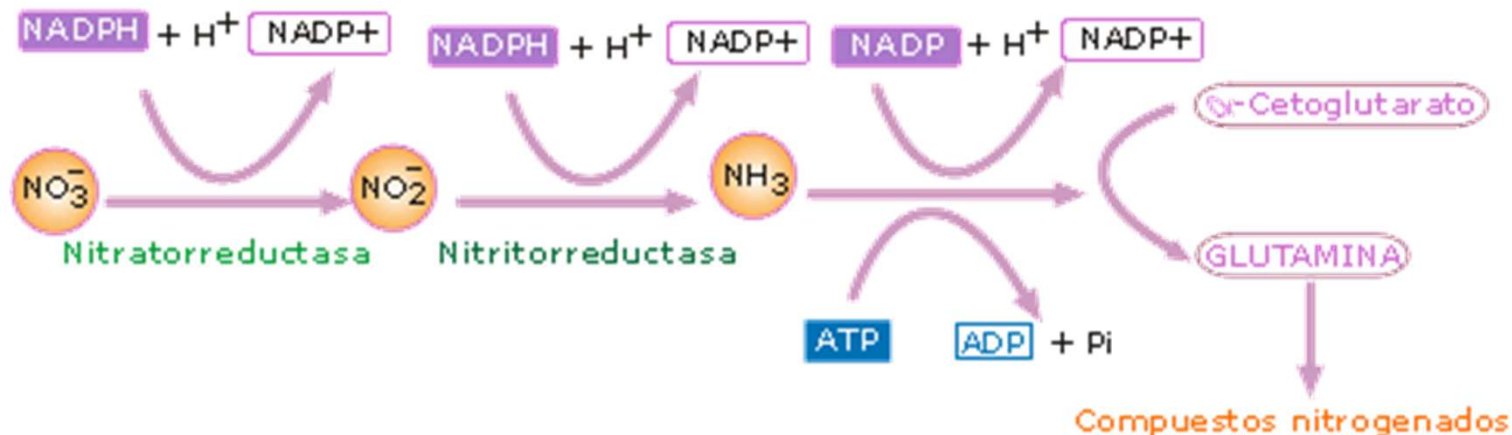
O exceso de luz pode provocar a fotoinhibición

Tipo de luz

- A clorofila a e a clorofila b absorben a enerxía da luz na rexión azul e vermella do espectro
- Carotenos e xantofilas, no azul
- Ficocianinas, en laranxa
- Ficoeritrinas, no verde.

Fotosíntese: N e S

- Para incorporar ATP e NADPH desde a fase clara
 - NO_3^- e convértese en NH_3
 - SO_4^{2-} e convértese SH_2 (para aa)



Fotosíntese anosixénica

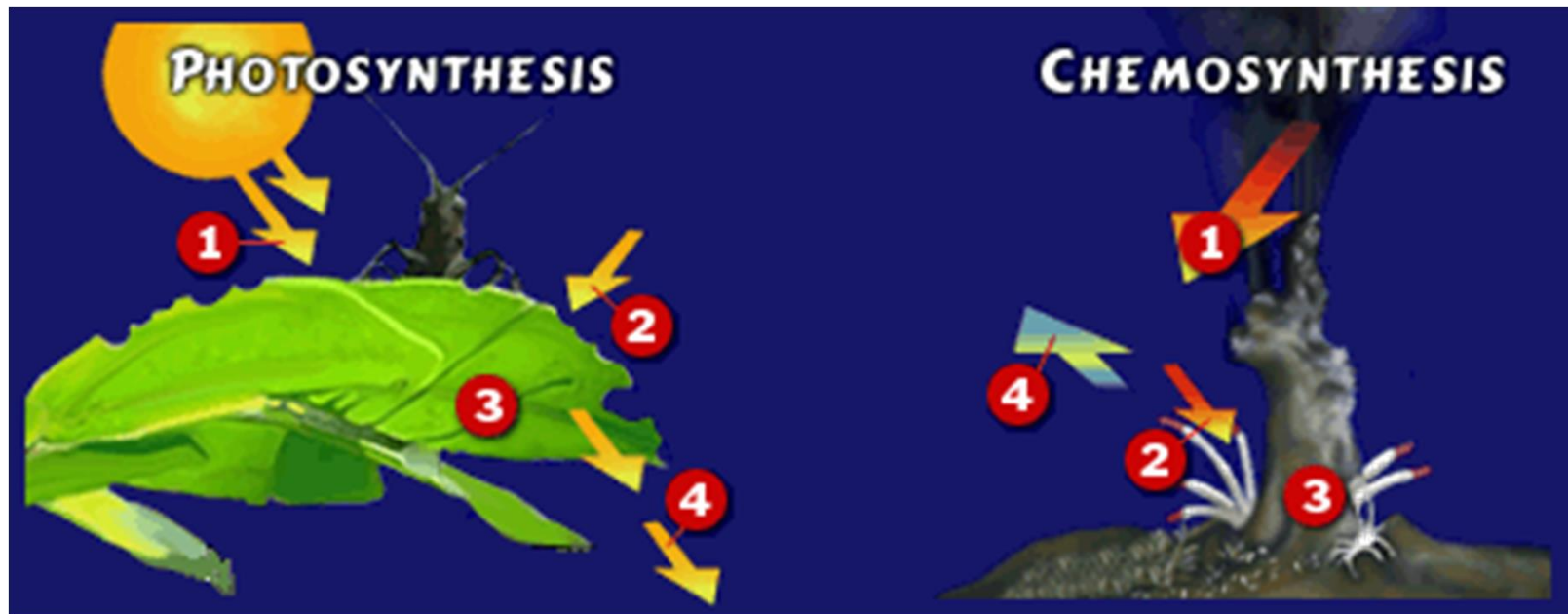
- O dador de e- non é a H_2O , non sae O_2 :
 H_2 , H_2S (Sulfuro de H), $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (sulfito)



En bacterias só con PSI e bacterioclorofila. Sen cloroplastos

Quimiosíntesis

- Formación de materia orgánica a partir de energía obtenida en la reacción de oxidación de compuestos inorgánicos



Quimiosíntese

Quimiosíntesis

Tipos

- Bacterias nitrificantes
- Bacterias de xofre
- Bacterias do ferro
- Bacterias de hidrógeno

Fuente de carbono $\rightarrow$ CO_2 ambiental

Nutrición autótrofa no fotosintética

La energía procede de reacciones de oxidación de sustancias inorgánicas

Exclusiva de bacterias

Son **aeróbicos**. Usan oxígeno como último aceptor de electrones.

Sintetizan materia orgánica a través **Ciclo de Calvin**.

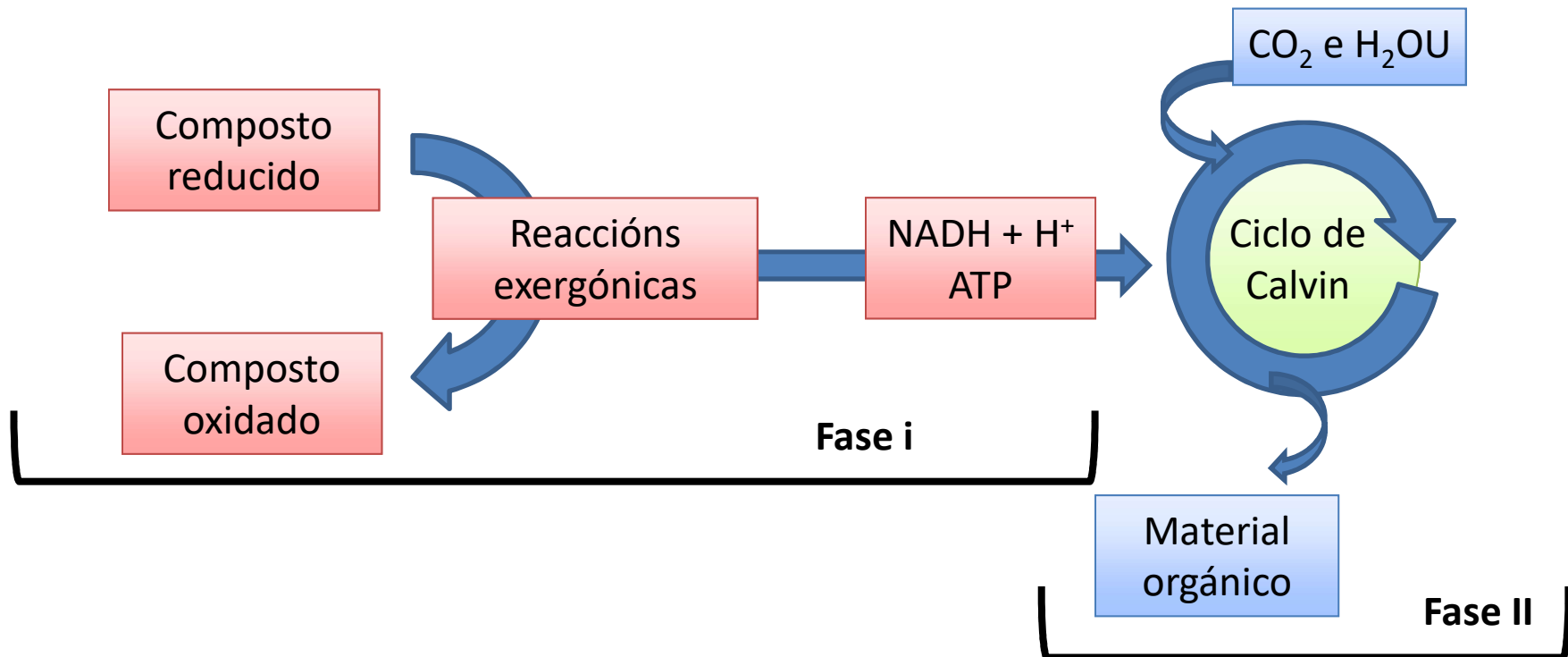
Fases da quimiosíntese

1. Redución da oxidación do substrato e obtención de enerxía:

Os coenzimas reducidos ($\text{NADH} + \text{H}^+$) e ATP grazas á enerxía liberada na reacción de oxidación.

1. Fixación de CO_2 :

A síntese de materia orgánica prodúcese a través do ciclo de Calvin

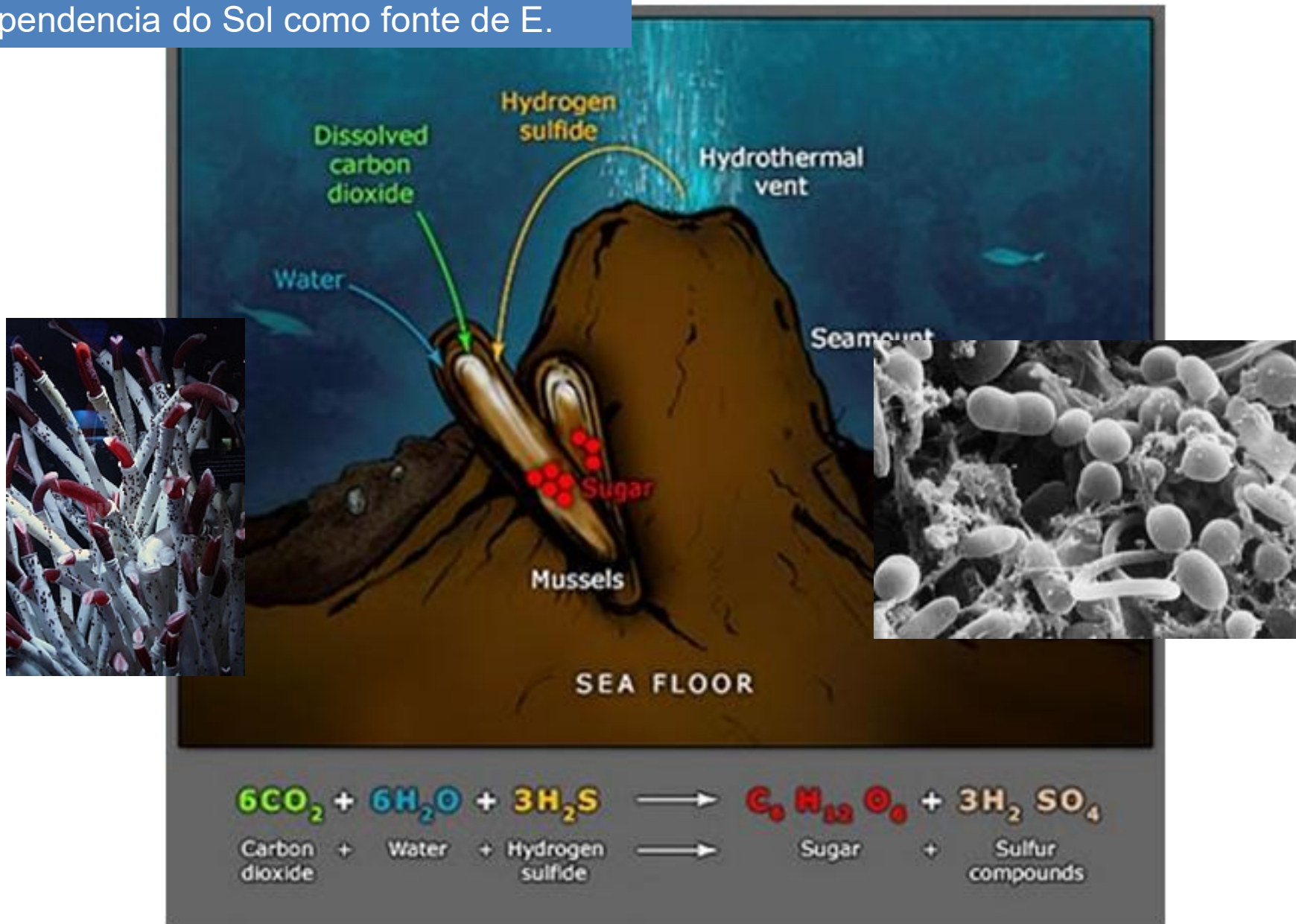


Quimiosíntesis

- Nos ecosistemas mariños, nas zonas afóticas o nivel de produtores está formado por bacterias quimiosintéticas.
- Viven en ventilacións hidrotermais con auga quente (ata 400° C) de orixe volcánica.
- Son quimiosintéticos e obteñen os seus nutrientes a partir das moléculas SH_2 que se emiten



Este tipo de nutrición autótrofa permite a independencia do Sol como fonte de E.



Presentes en solos e augas, as bacterias quimiosintéticas xogan un papel crucial no **ciclos bioxeoquímicos** (reciclaxe de N, C e S.)

Bacterias nitrificantes

Os nitritos oxidan o amoníaco a nitritos a nitratos asimilados polas plantas

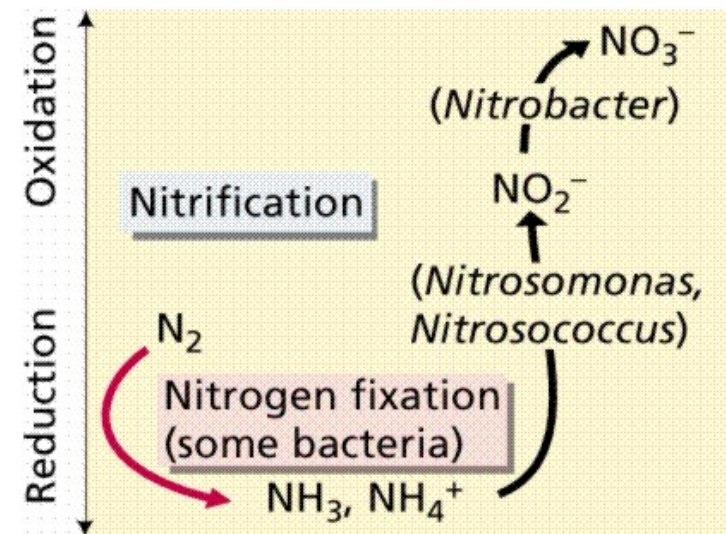
Nitrosomonas

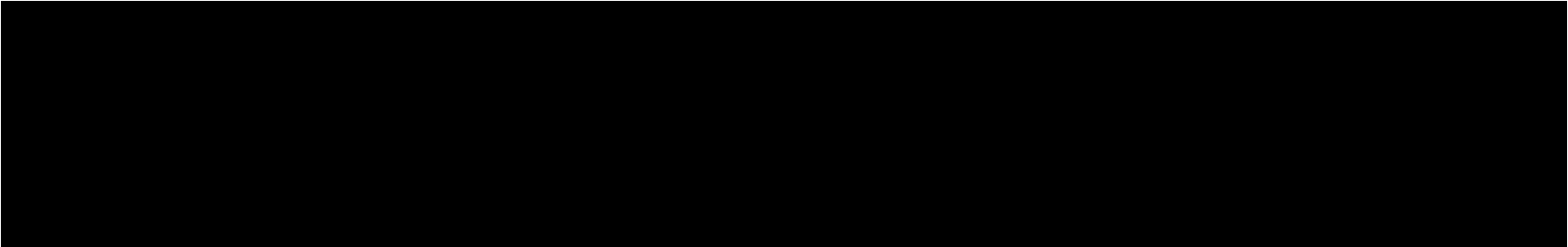


Nitrobacter



Os dous tipos de bacterias complementáanse e contribúen a pechar a **ciclo do nitróxeno**



- 
- **IES Gil y Carrasco. Departamento de CC.NN.**
 - genomasur.com/index.htm
 - <http://www.artinaid.com/2013/04/como-funciona-la-fotosintesis/>