TEMA 2:

FOTOSINTESIS

FOTOSINTESIS ?

FOTO ⟶ **Gr. Foos = LUZ**

SINTESIS ⟶ **Gr. Synthesis = COMPONER, JUNTAR**

EL PROCESO DE FOTOSINTESIS IMPLICA

MÁS DE 100 PASOS !!!!

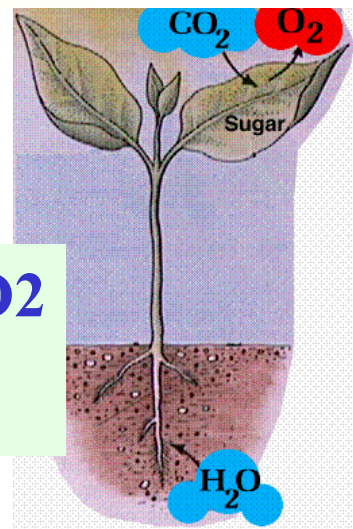
ENTRE EL PRIMER EVENTO Y EL PRIMER COMPUESTO ESTABLE

La LUZ en FOTO - SINTESIS

Cómo se realiza la síntesis de SACAROSA por las plantas?

ENERGIA y CARBON

Cuál es el sistema que poseen las plantas que les permite capturar la energía de un FOTON?



Cuál es el sistema que poseen las plantas para fijar el CO2 y sintetizar glucosa, sacarosa y almidón?

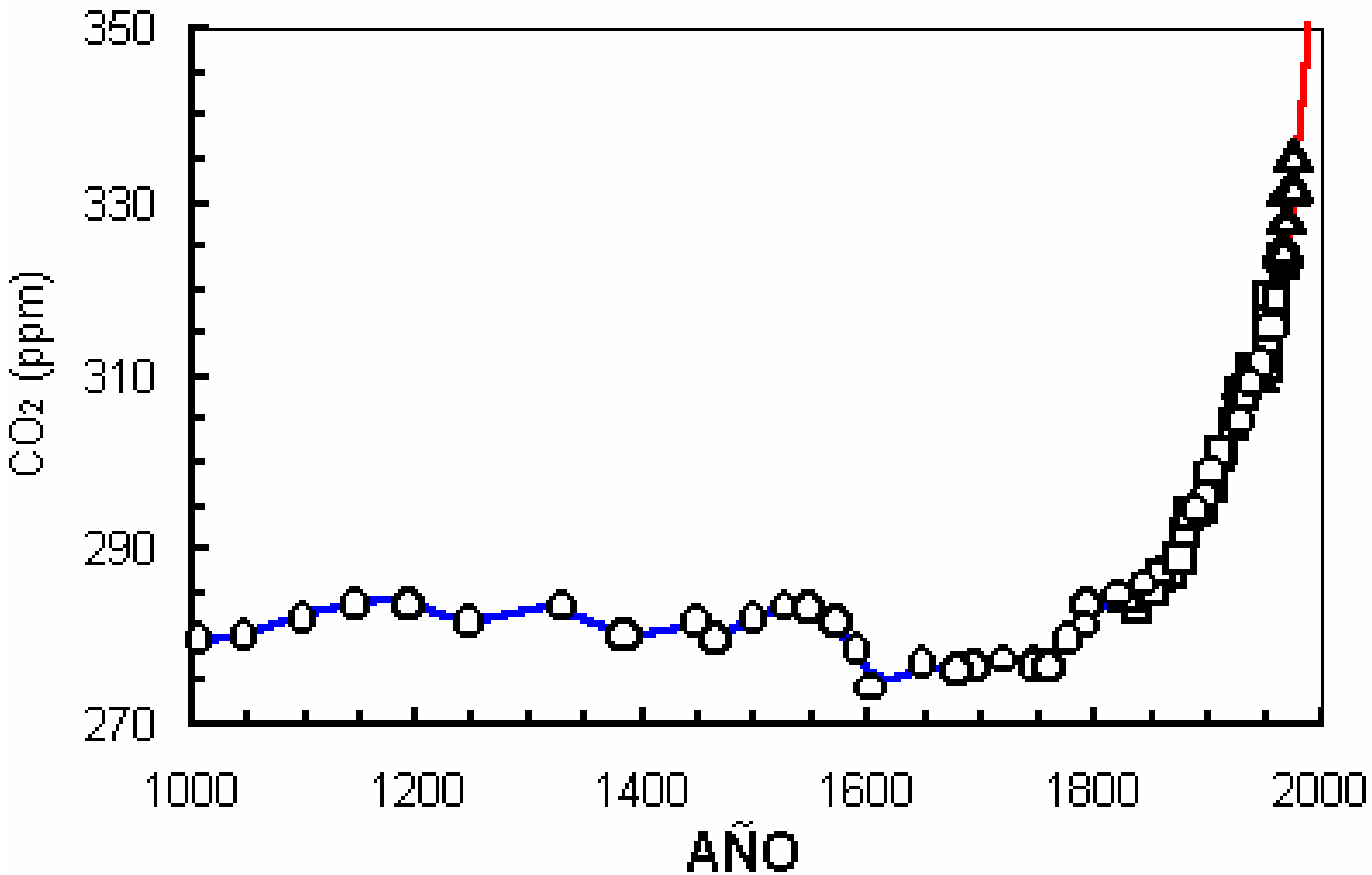
FOTOSINTESIS ?

El proceso por el cual los ELECTRONES de las moléculas exitadas de CLOROFILA son transportados a través de una cadena de aceptores redox que convierten la energía ELECTROMAGNETICA en energía QUIMICA : ATP y $NADPH+H^+$

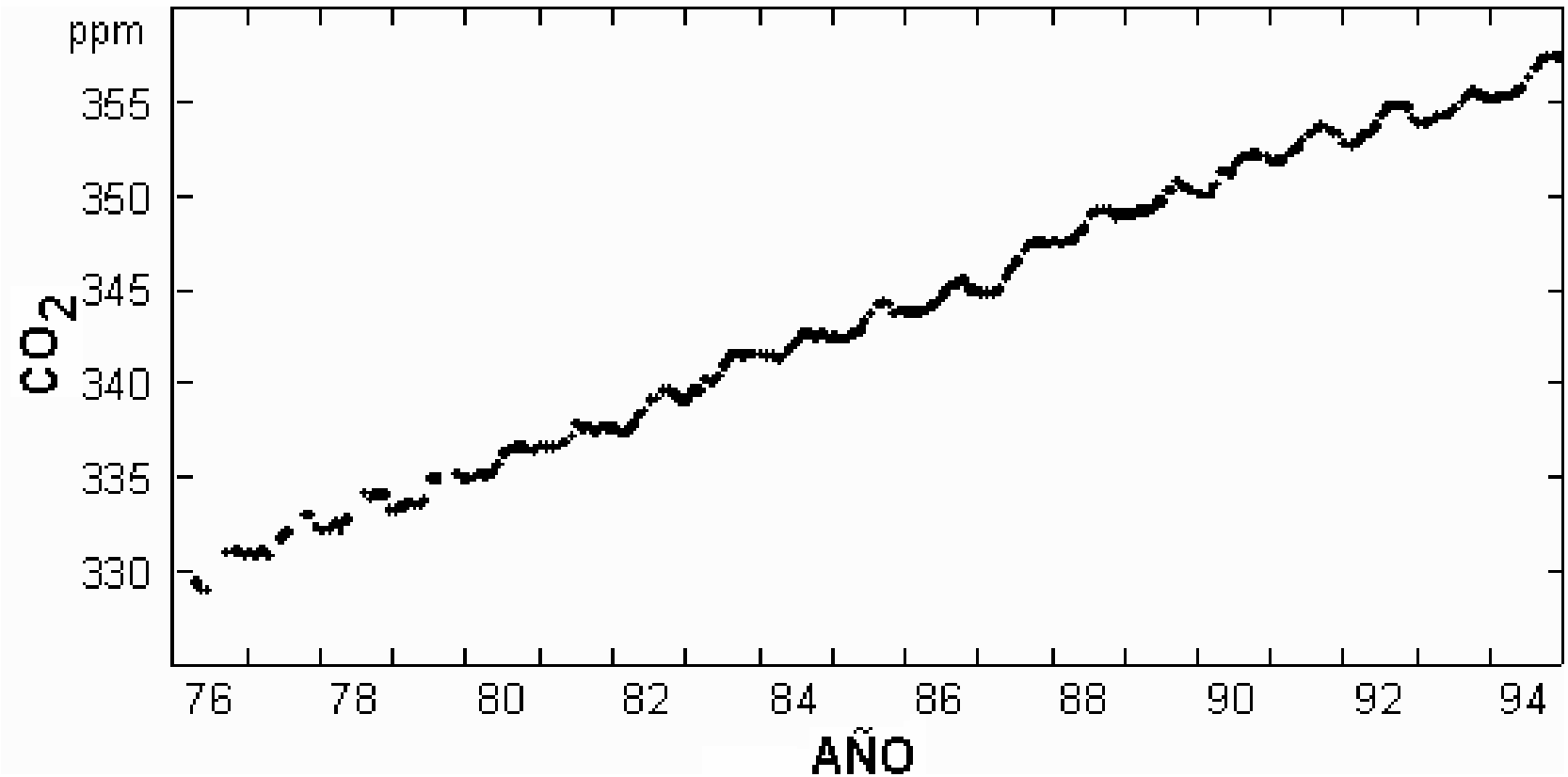
EL FOTON DESDE EL SOL AL PAN !!!!!

150.000.000 de km !!!!

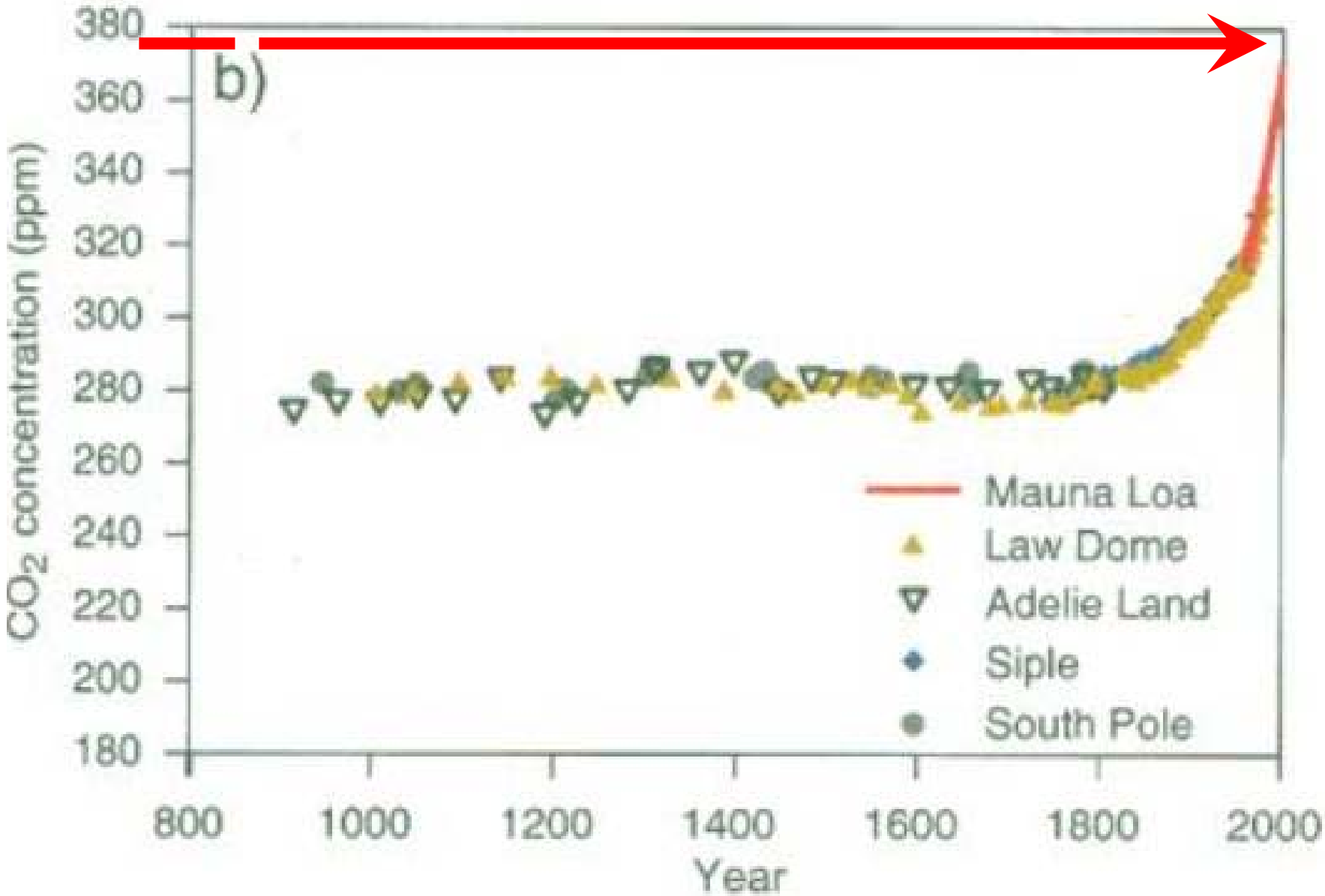
EVOLUCION DEL CO_2 EN EL SIGLO XX



EVOLUCION DEL CO_2 DESDE 1976 a 1995



EVOLUCION DEL CO_2 DESDE EL AÑO 1000 al 2000



QUE FUTURO NOS ESPERA ?

FOTOSINTESIS

Podran las plantas secuestrar suficiente CO_2?

Se podrá controlar la deforestación?

IMPORTANCIA DE LA FOTOSÍNTESIS EN EL CONTEXTO ECOLÓGICO

- Un auto recorre en promedio 15.000 Km.año^{-1} y produce **4 Ton CO_2. año^{-1}**,
- 1/4 ha (2500 m^2) de Eucalyptus fija 4 Ton CO^2. año^{-1} por el proceso de **FOTOSÍNTESIS**

ETAPAS DEL PROCESO DE FOTOSINTESIS ?

Fotosíntesis involucra:

→ **INTERCEPCION** de la energía de la LUZ

→ **CONVERSION** en **INTERMEDIARIOS de ALTO POTENCIAL QUIMICO**

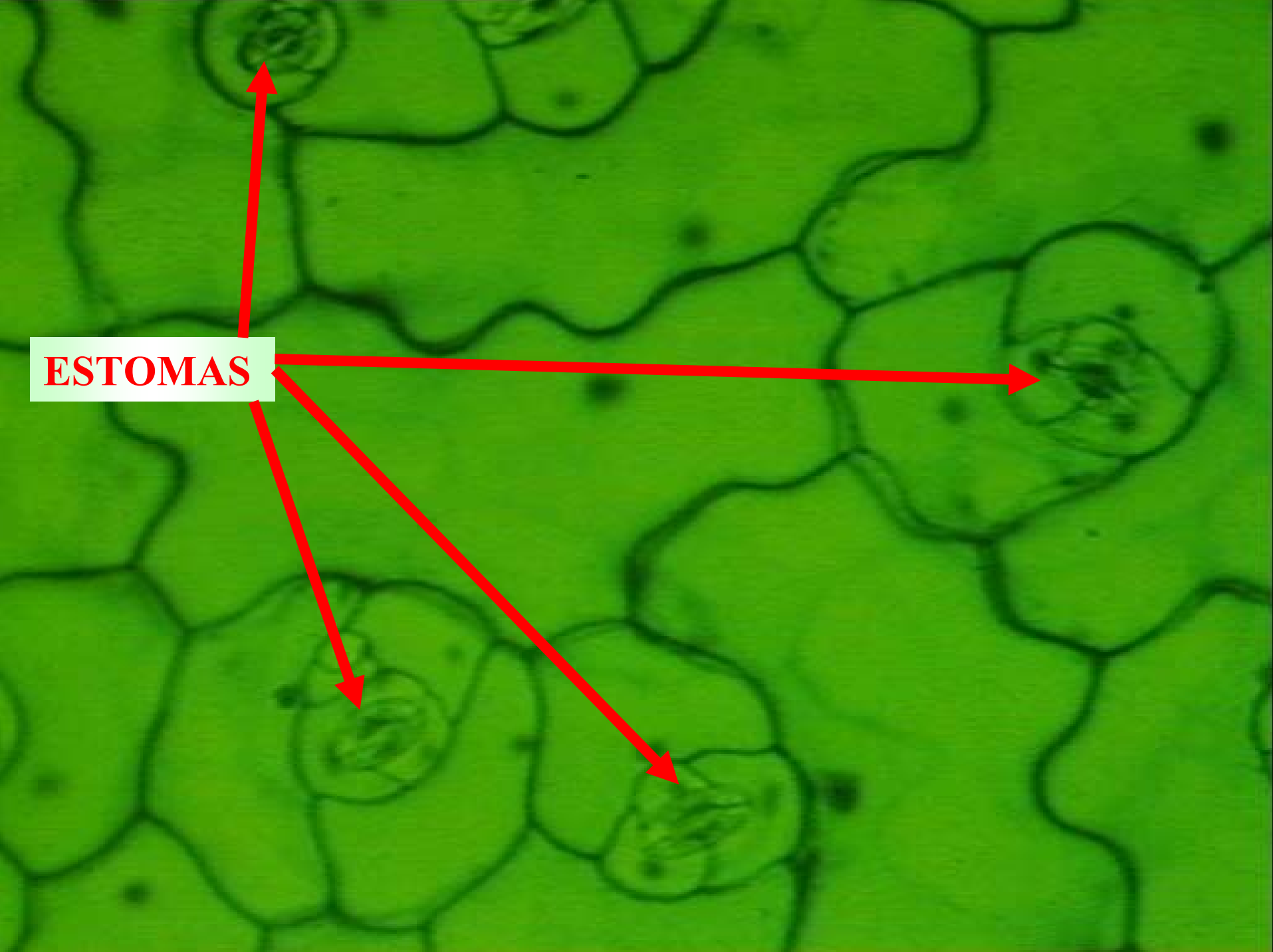
→ **FIJACION Y REDUCCION del CO_2**

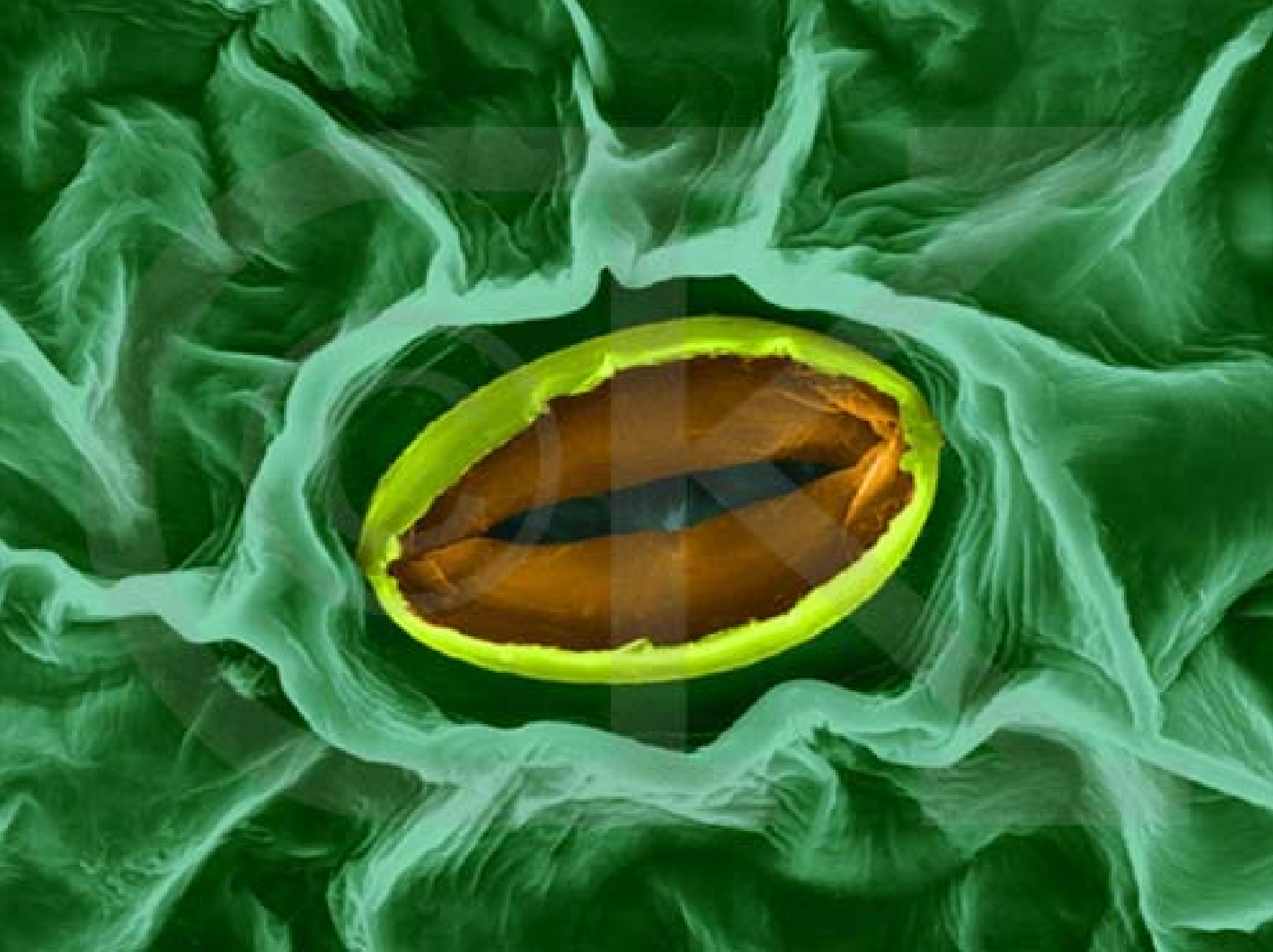
DONDE OCURRE LA FOTOSINTESIS ?

ANATOMIA DE LA HOJA

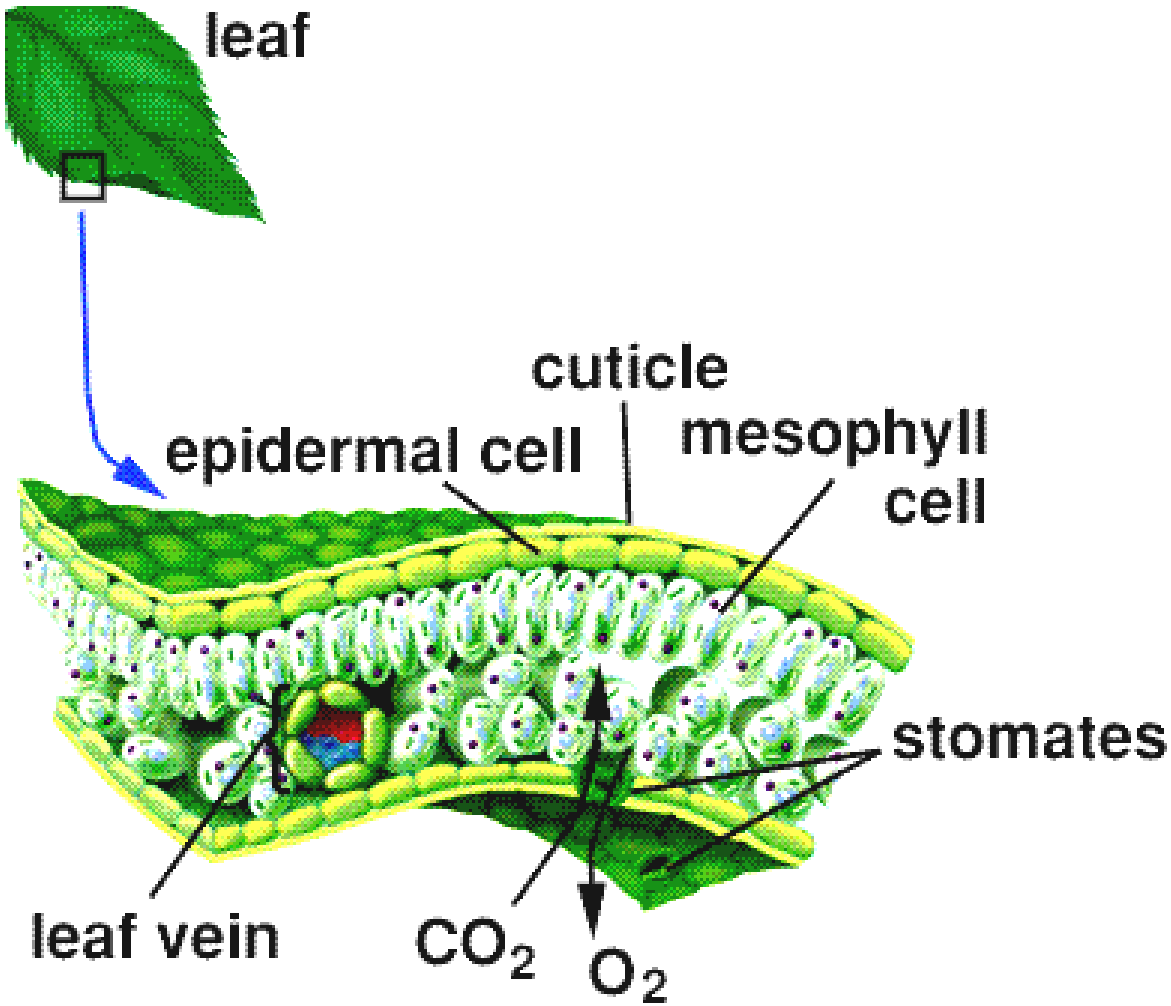
POR DONDE INGRESA EL CO_2 A LA HOJA ?

ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LOS ESTOMAS


ESTOMAS



Sylvia S. Mader, Inquiry into Life, 8th edition. Copyright © 1997 The McG



Leaf Cross Section

Plant Anatomy

EN QUE ORGANELO SE REALIZA LA FOTOSINTESIS ?

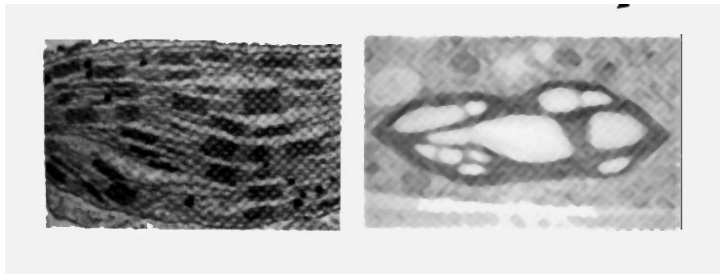
EL CLOROPLASTO

UBICACIÓN EN LOS TEJIDOS DE LA HOJA

ESTRUCTURA

ESTRUCTURA DEL CLOROPLASTO

- Es el “Maquinaria Fotosintética” ó “**Laboratorio de Síntesis Orgánica**” :
- Organelo celular estructurado en base a doble membrana



I **Envoltura** (externa e interna):

protección y control de tráfico

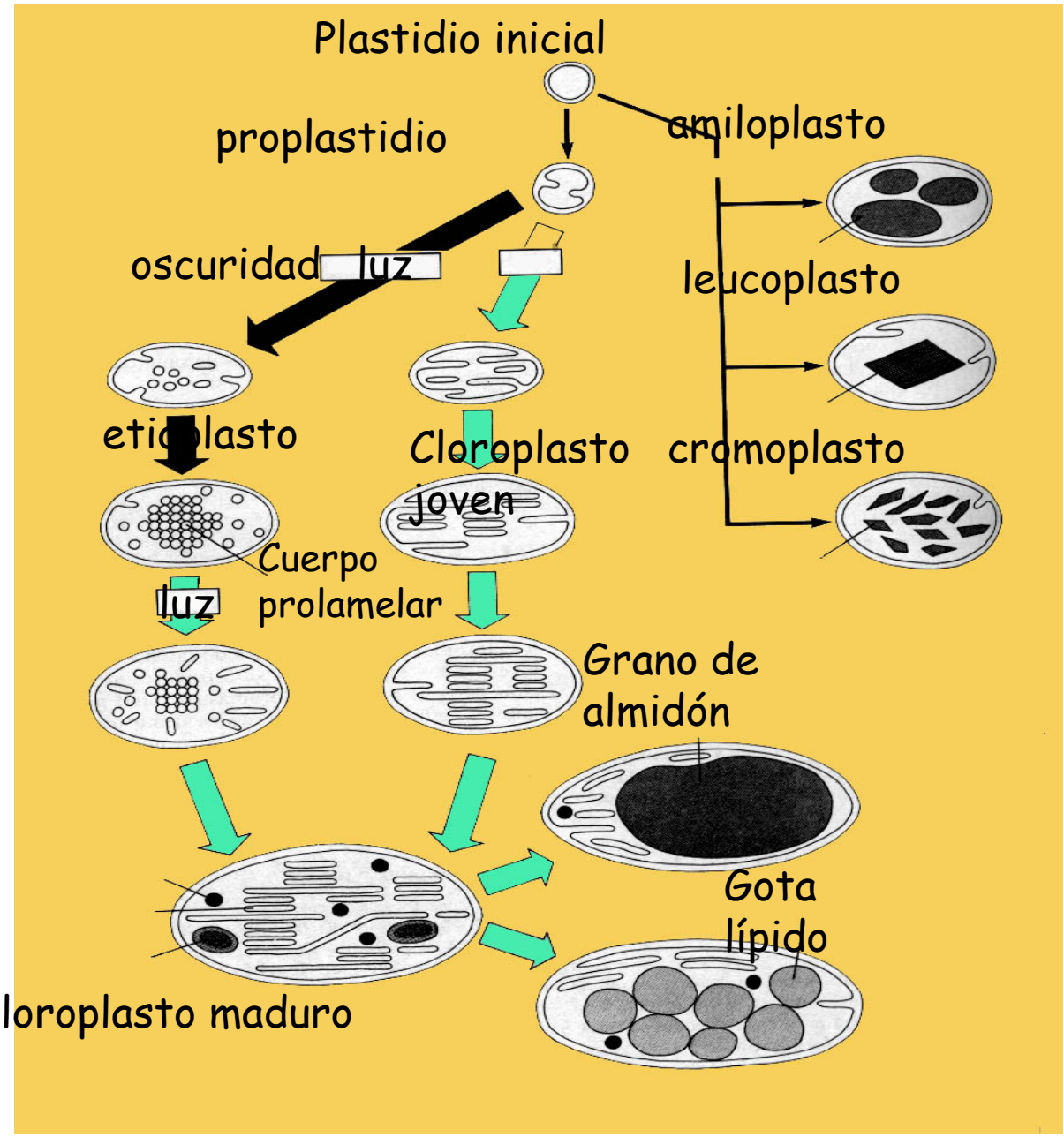
II **Membrana tilacoidal** -(grana e intergrana ⌫

captación de fotones y transporte de electrones(e-)

III **Lumen tilacoidal** ⌫ “FOTOLISIS” *del agua y formación de un GRADIENTE de* H^+

IV **Estroma** ⌫ *Síntesis de moléculas orgánicas*

Origen del plastidio



El CLOROPLASTO es el organelo de la hoja con dos partes principales: TILACOIDE

ESTROMA

La FASE FOTOQUIMICA ocurre en las membranas del TILACOIDE

La FASE BIOQUIMICA ocurre en el ESTROMA

FOTOSINTESIS

LUZ

CONCEPTO DE RADIACION PAR

(Photosynthetic Active Radiation)
400- 700 nm

Unidades SI: $W.m^{-2}$

ENERGIA DEL CUANTO DE LUZ ó FOTON

$E = h.\upsilon$ $\quad\quad$ $\upsilon = C/\lambda$

$$E = h.\ c/\ \lambda$$

h=Constante de Planck ($6{,}626 \times 10^{-34}$ J·s $^{-1}$)

υ =Frecuencia de la radiación

C= Velocidad de la luz ($3x\ 10^{10}$ cm.s^{-1})

FOTOSINTESIS

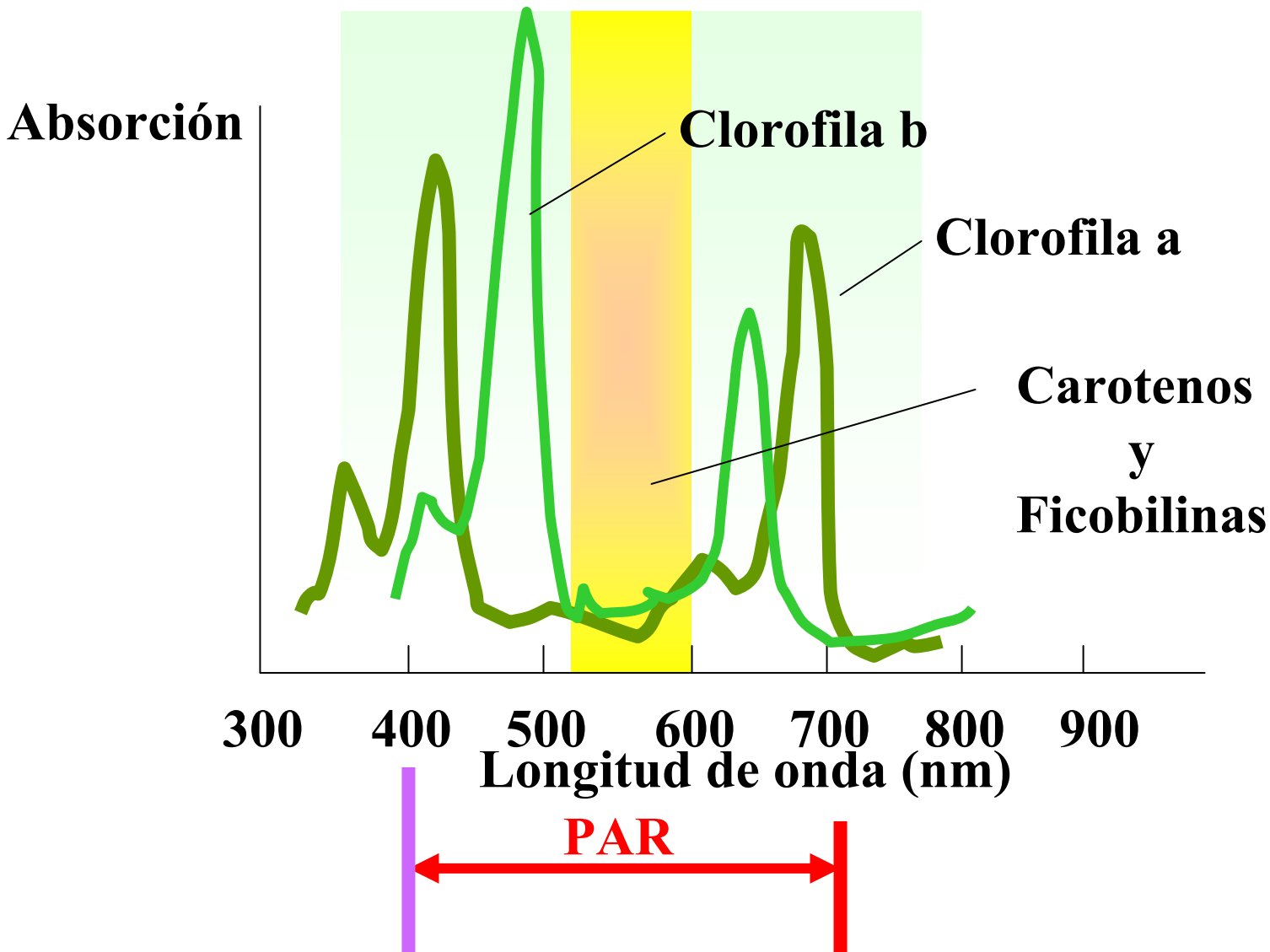
PIGMENTOS FOTOSINTETICOS

Clorofilas a y b

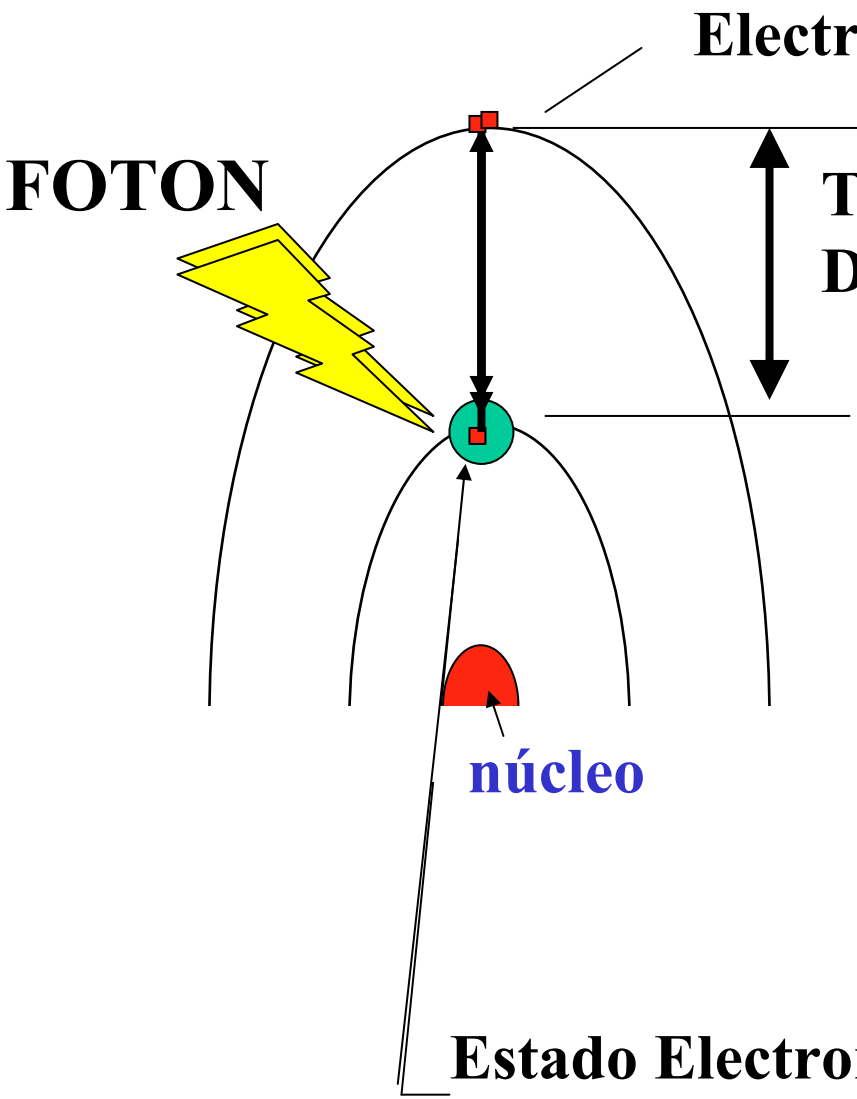
Carotenos

Ficobilinas

ABSORCION DE LA LUZ



ABSORCION DE LA ENERGIA LUMINICA (Fotones)



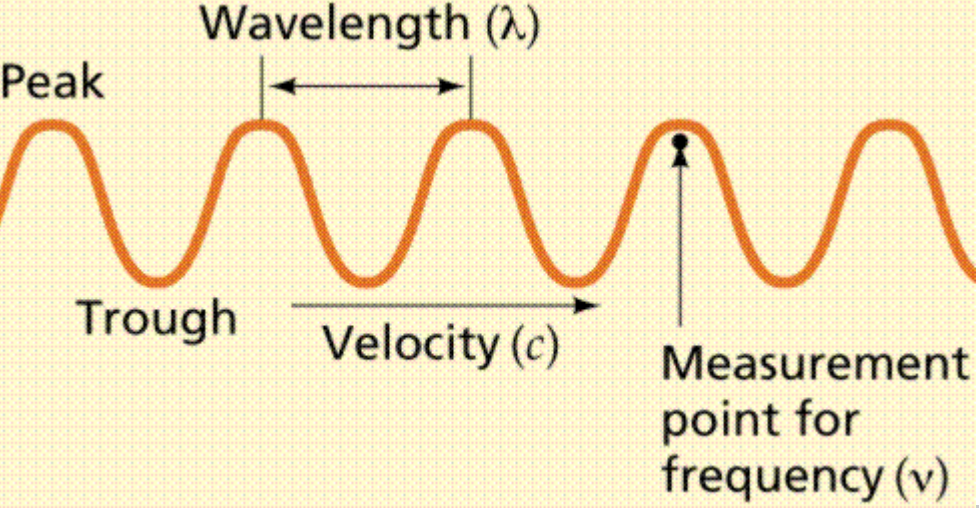
$$E = h\mu$$

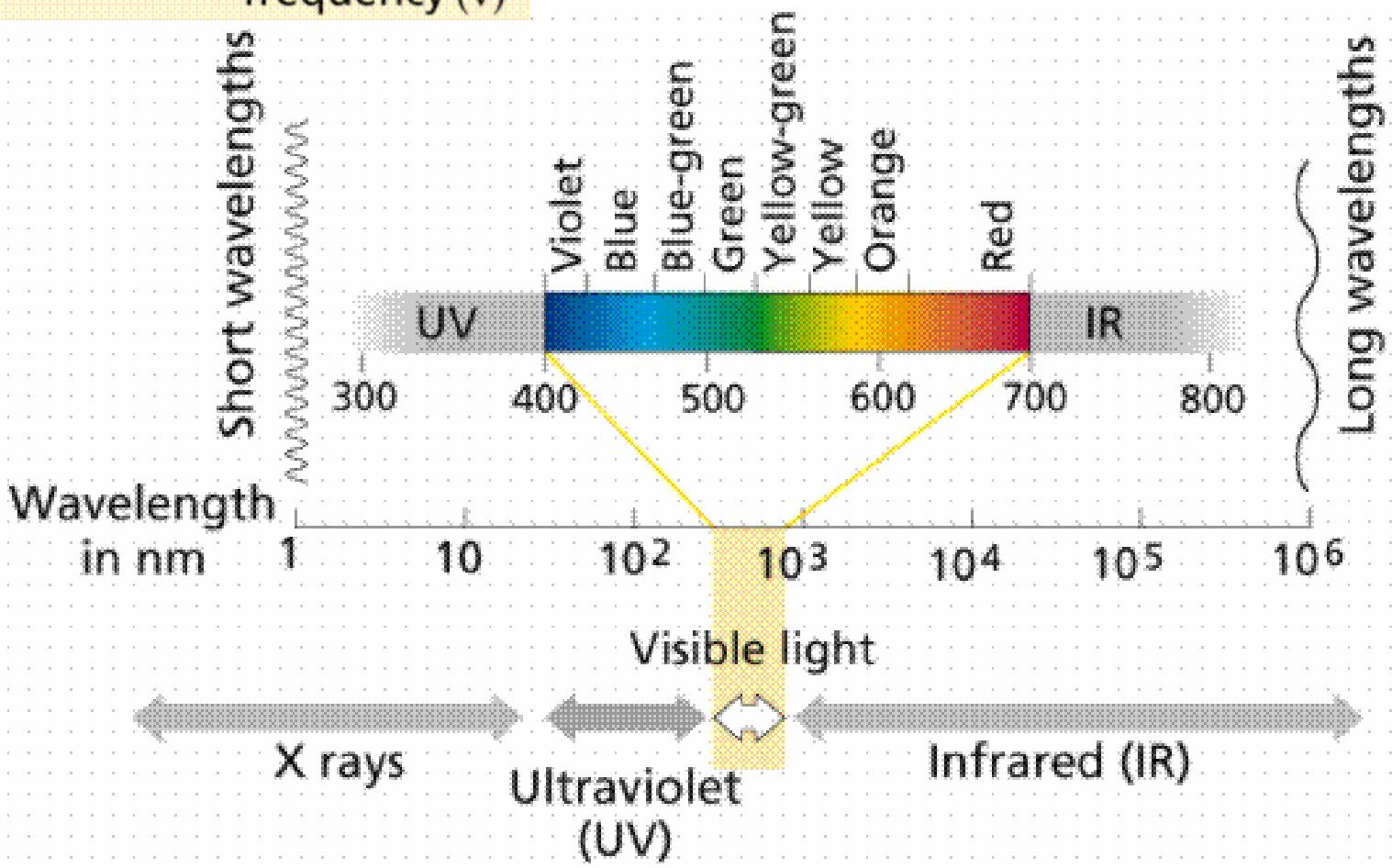
Depende de frecuencia de la longitud de onda del FOTON

h = Cte. de Planck

$= 6.626 \times 10^{-34}$ J s

μ = Frecuencia (Ondas.s^{-1})


Wavelength (λ)
Peak
Trough
Velocity (c)
Measurement point for frequency (ν)


Short wavelengths
Violet
Blue
Blue-green
Green
Yellow-green
Yellow
Orange
Red
Long wavelengths
UV
IR
300
400
500
600
700
800
Wavelength in nm
1
10
10²
10³
10⁴
10⁵
10⁶
Visible light
X rays
Ultraviolet (UV)
Infrared (IR)

Absorción de la LUZ por los

PIGMENTOS FOTOSINTETICOS

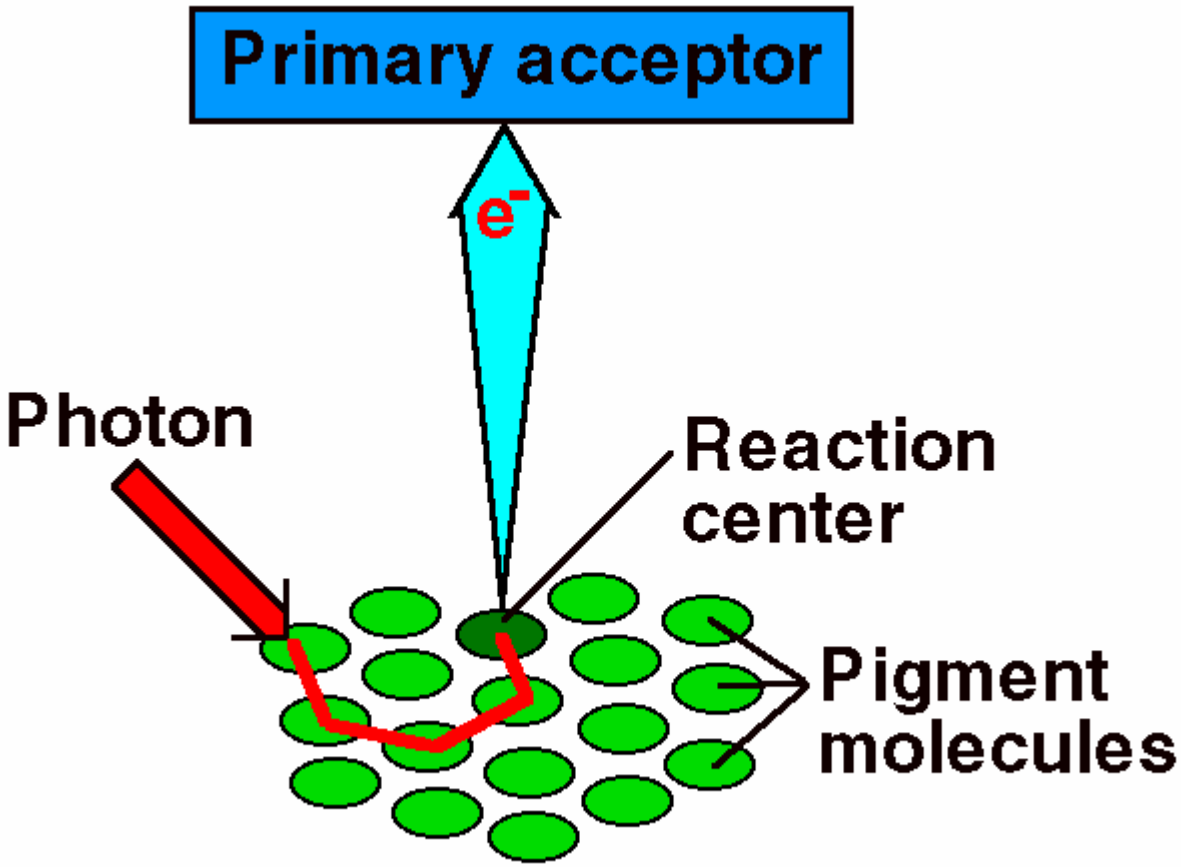
Concepto de **"ANTENA COLECTORA"**

Transferencia de ENERGIA

Efecto **FOTOELECTRICO**

$$P680 \longrightarrow P680^{*} \longrightarrow P680^{+}$$

$$P700 \longrightarrow P700^{*} \longrightarrow P700^{+}$$


Primary acceptor
e-
Photon
Reaction center
Pigment molecules

ESPECTROS

ESPECTRO DE ABSORCION

ESPECTRO DE ACCION

FACTORES LIMITANTES:

CURVAS DE BLACKMAN (1905)

- ESTADO LIMITADO POR LUZ

- ESTADO SATURADO POR LUZ

CONCEPTO DE Q_{10}

$$Q_{10} = \frac{V\ FS_2 \quad (T\ ^oC)}{V\ FS_1 \quad (T\text{-}10\ ^oC)}$$

$Q_{10} = 1$ PROCESO FOTOQUÌMICO

$Q_{10} = 2$ PROCESO BIOQUÌMICO

LEYES DE LOS PROCESOS FOTOQUIMICOS

1.- Ley: Draper 1871.. Sòlo los fotones absorbidos son activos

2.- Ley: Einstein 1905.. Equivalencia. 1 Fotón $\longrightarrow$ 1 e^-

3.- Ley: Warburg 1920..Importa la cantidad de fotones y NO su energía

EFECTO EMERSON (1940)

CONDUCE A LA IDEA DE DOS FOTOSISTEMAS

TRANSPORTE DE ELECTRONES

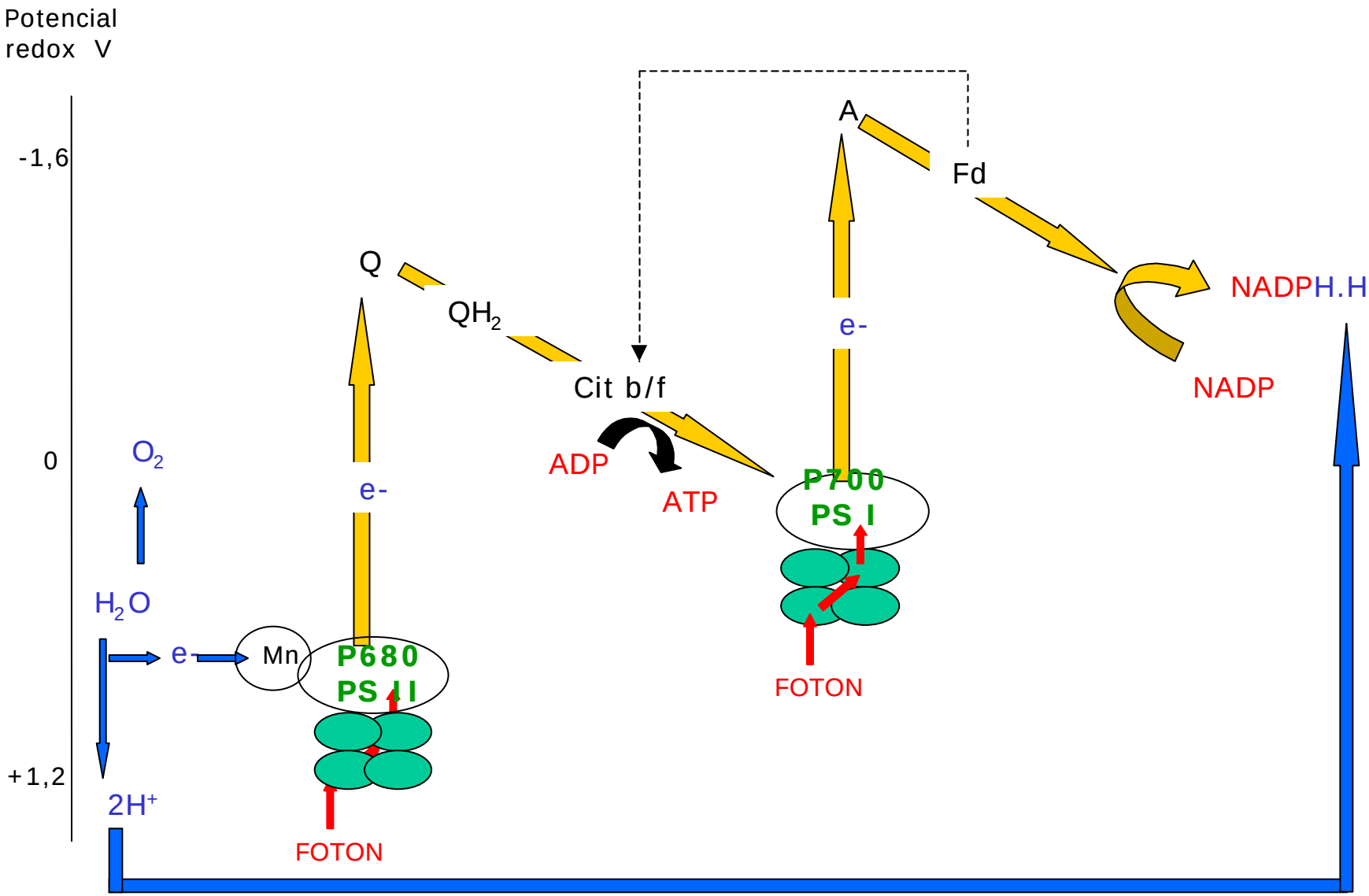
1.- Absorción de la luz

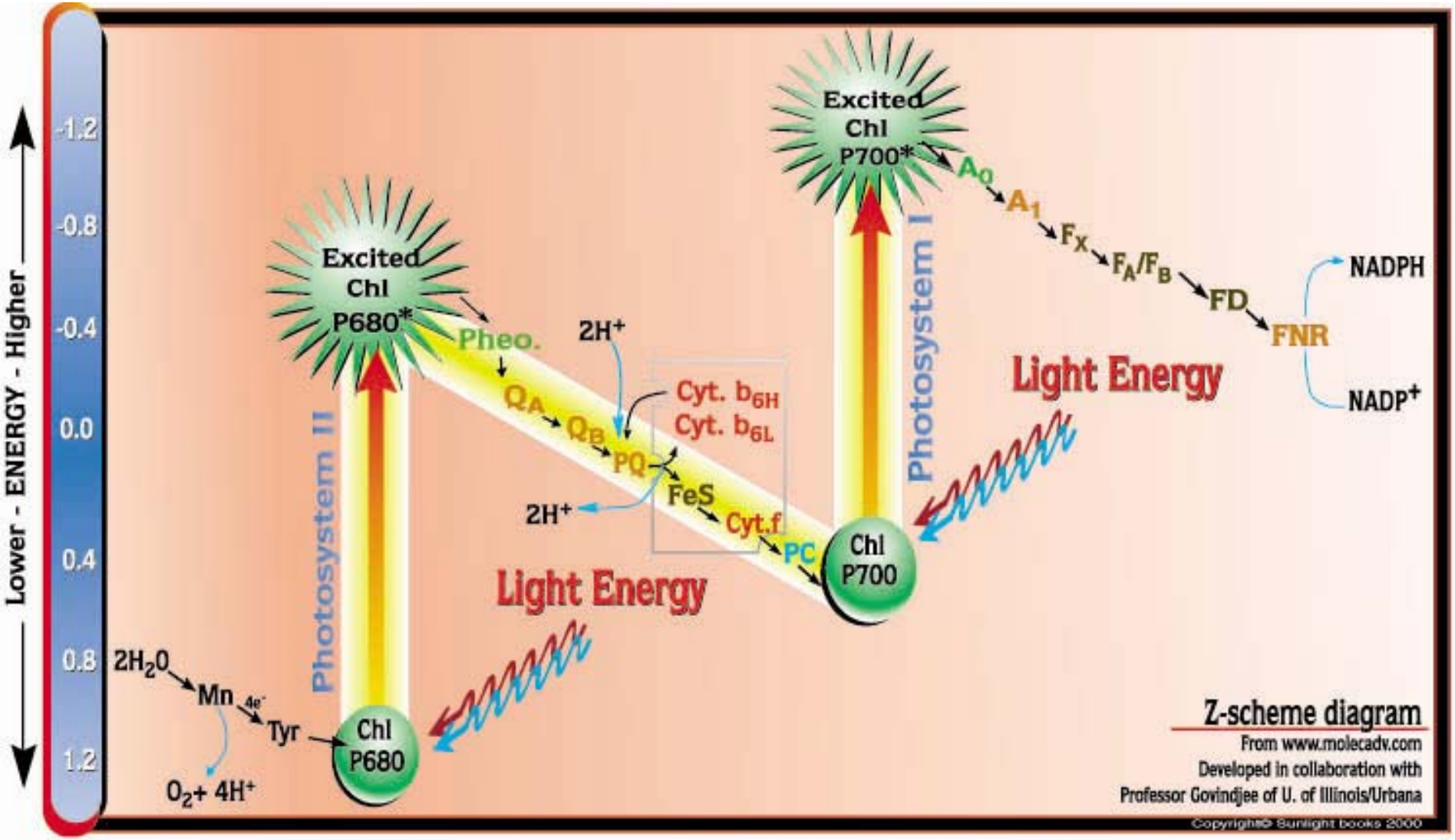
2.- Separación de cargas

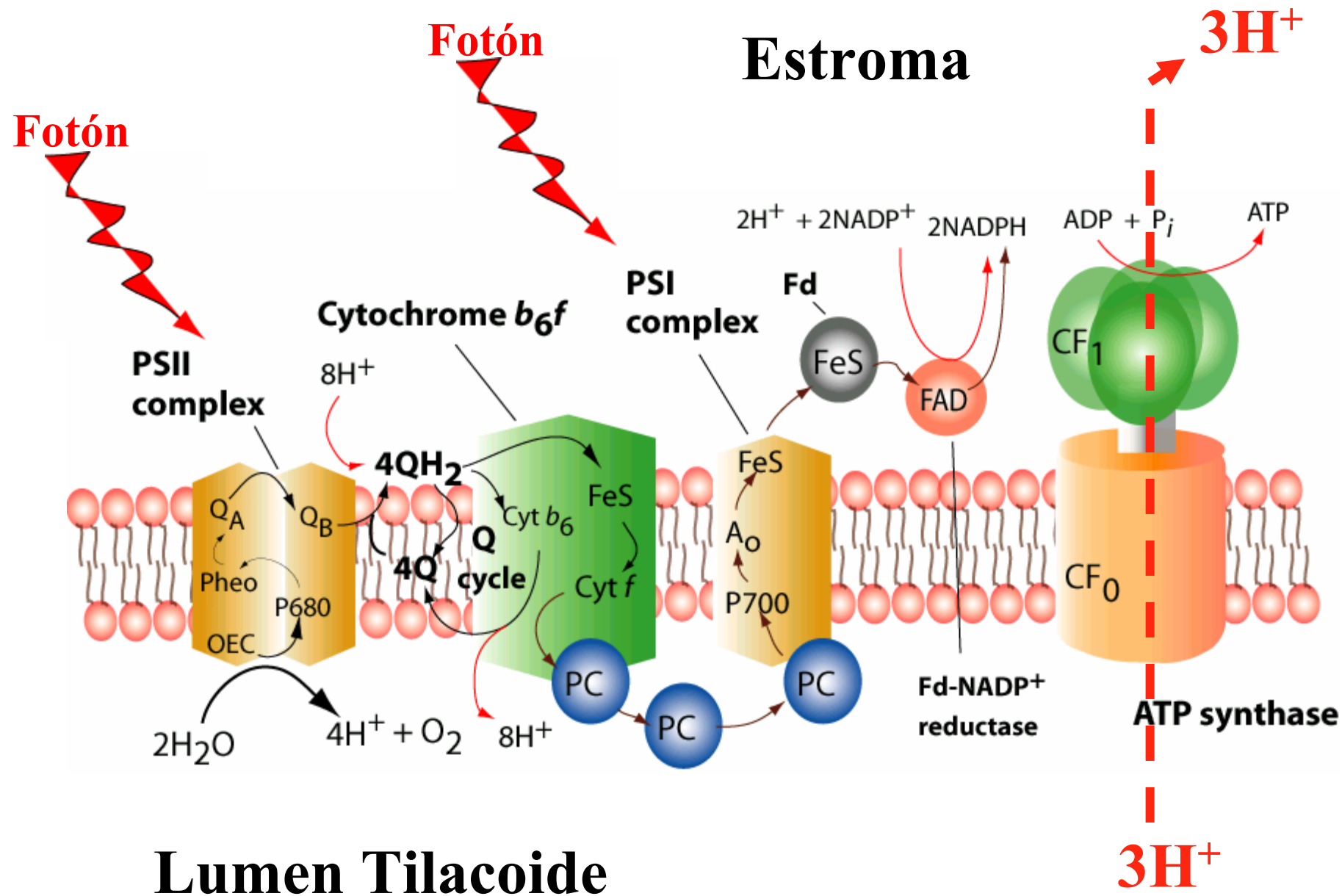
3.- Transporte de electrones

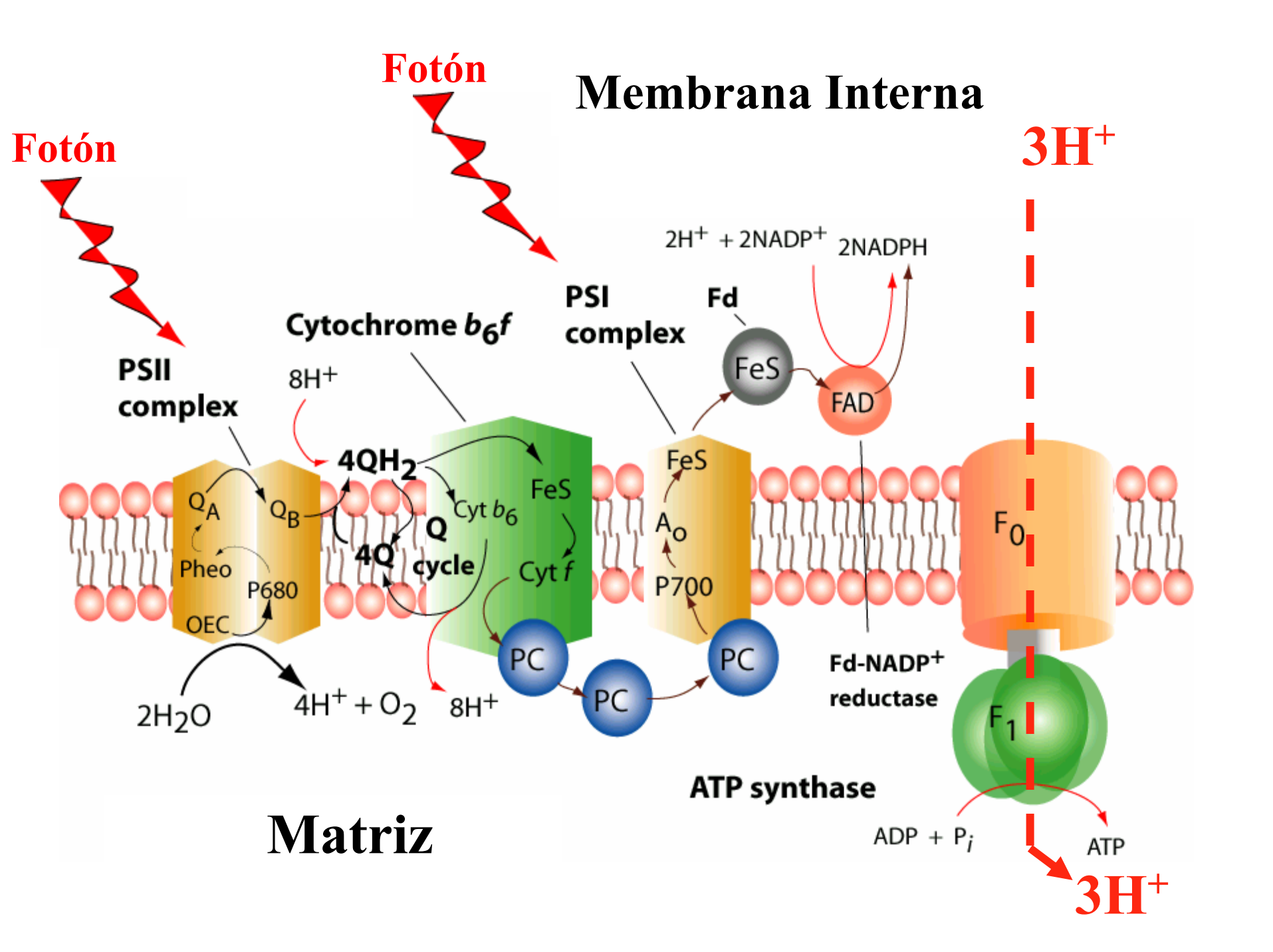
4.- Almacenamiento de energía

Fotosíntesis: FASE FOTOQUIMICA




Lower - ENERGY - Higher
-1.2
-0.8
-0.4
0.0
0.4
0.8
1.2
Excited Chl P680*
Excited Chl P700*
Photosystem II
Photosystem I
Pheo.
Q_A
Q_B
PQ
2H+
2H+
Cyt. b_{6H}
Cyt. b_{6L}
FeS
Cyt.f
PC
Chl P700
Chl P680
Light Energy
Light Energy
$2H_2O$
Mn
4e-
Tyr
O_2+ $4H^+$
A_0
A_1
F_X
F_A/F_B
FD
FNR
NADPH
$NADP^+$
Z-scheme diagram
From www.molecadv.com
Developed in collaboration with
Professor Govindjee of U. of Illinois/Urbana
Copyright© Sunlight books 2000


Fotón
Fotón
Estroma
3H+
PSII complex
Cytochrome b6f
PSI complex
Fd
2H+ + 2NADP+
2NADPH
ADP + Pi
ATP
8H+
4QH2
QA
QB
Pheo
P680
OEC
Q cycle
4Q
Cyt b6
FeS
Cyt f
FeS
A0
P700
FeS
FAD
CF1
CF0
PC
PC
PC
2H2O
4H+ + O2
8H+
Fd-NADP+ reductase
ATP synthase
Lumen Tilacoide
3H+


Fotón
Fotón
Membrana Interna
3H+
PSII complex
Cytochrome b6f
PSI complex
Fd
2H+ + 2NADP+
2NADPH
8H+
4QH2
QA
QB
Cyt b6
FeS
Q cycle
4Q
Pheo
P680
OEC
Cyt f
FeS
FAD
Ao
P700
F0
PC
PC
PC
2H2O
4H+ + O2
8H+
Fd-NADP+ reductase
F1
ATP synthase
ADP + Pi
ATP
Matriz
3H+

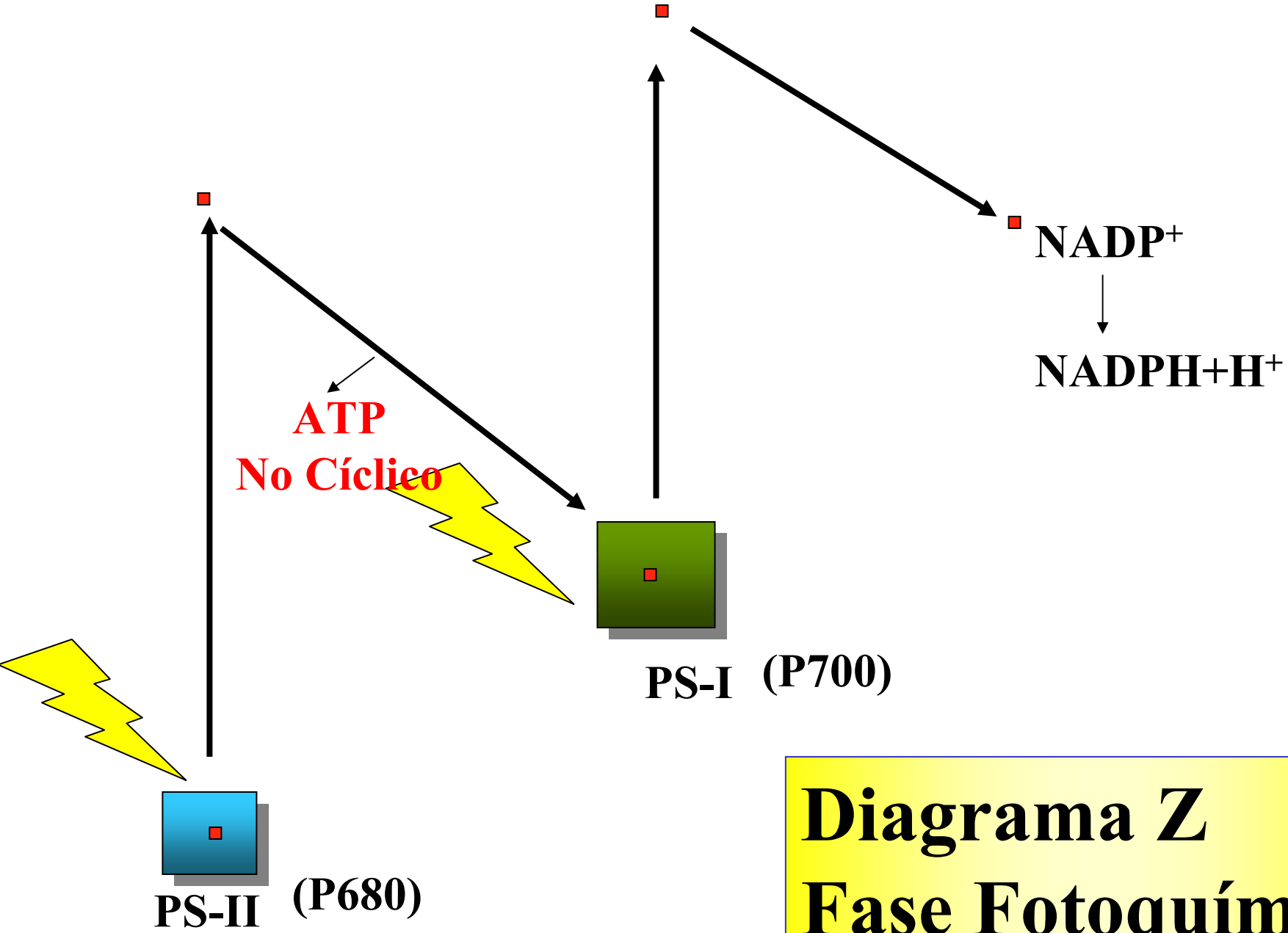


Diagrama Z
Fase Fotoquímica

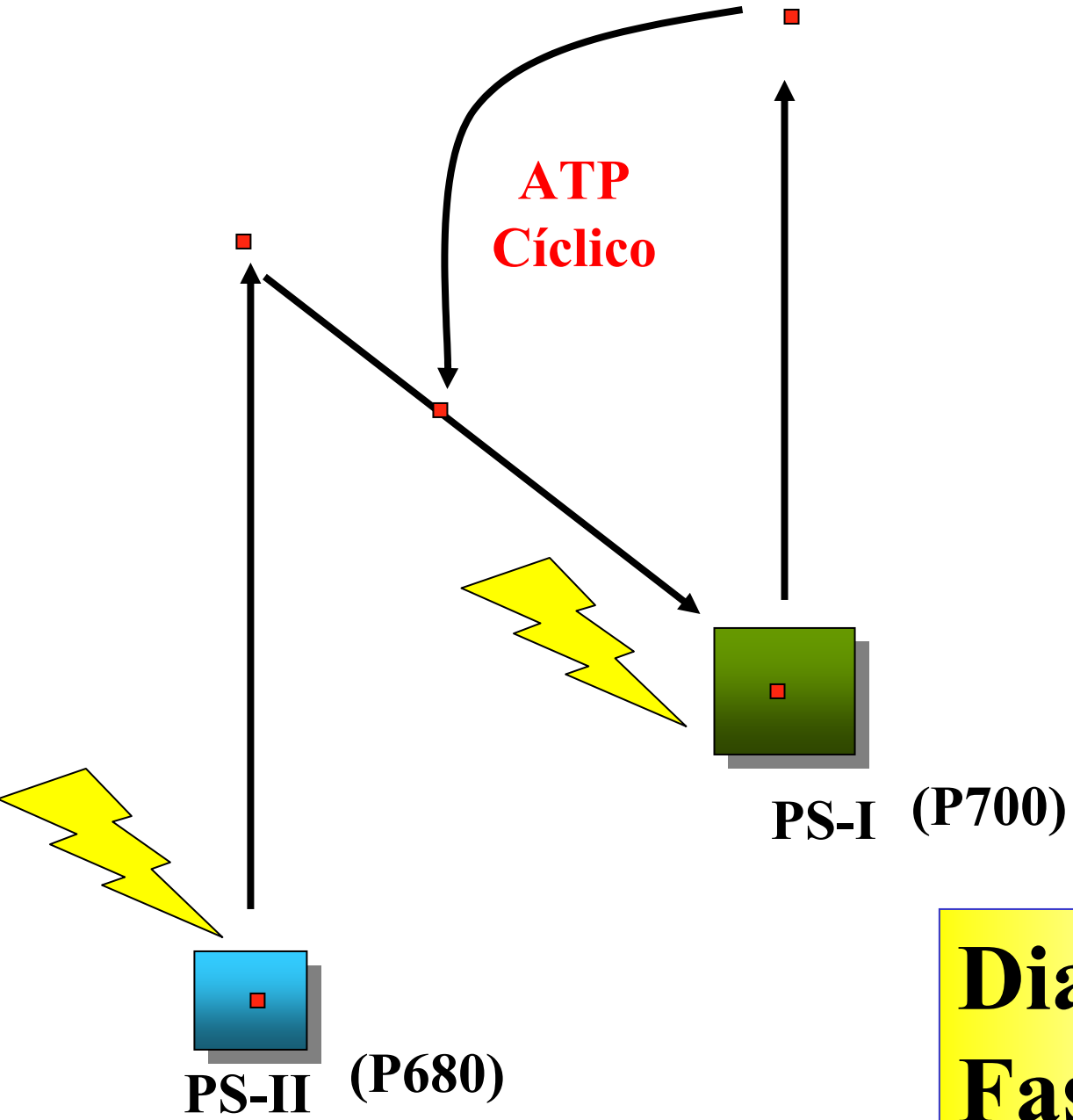


Diagrama Z
Fase Fotoquímica

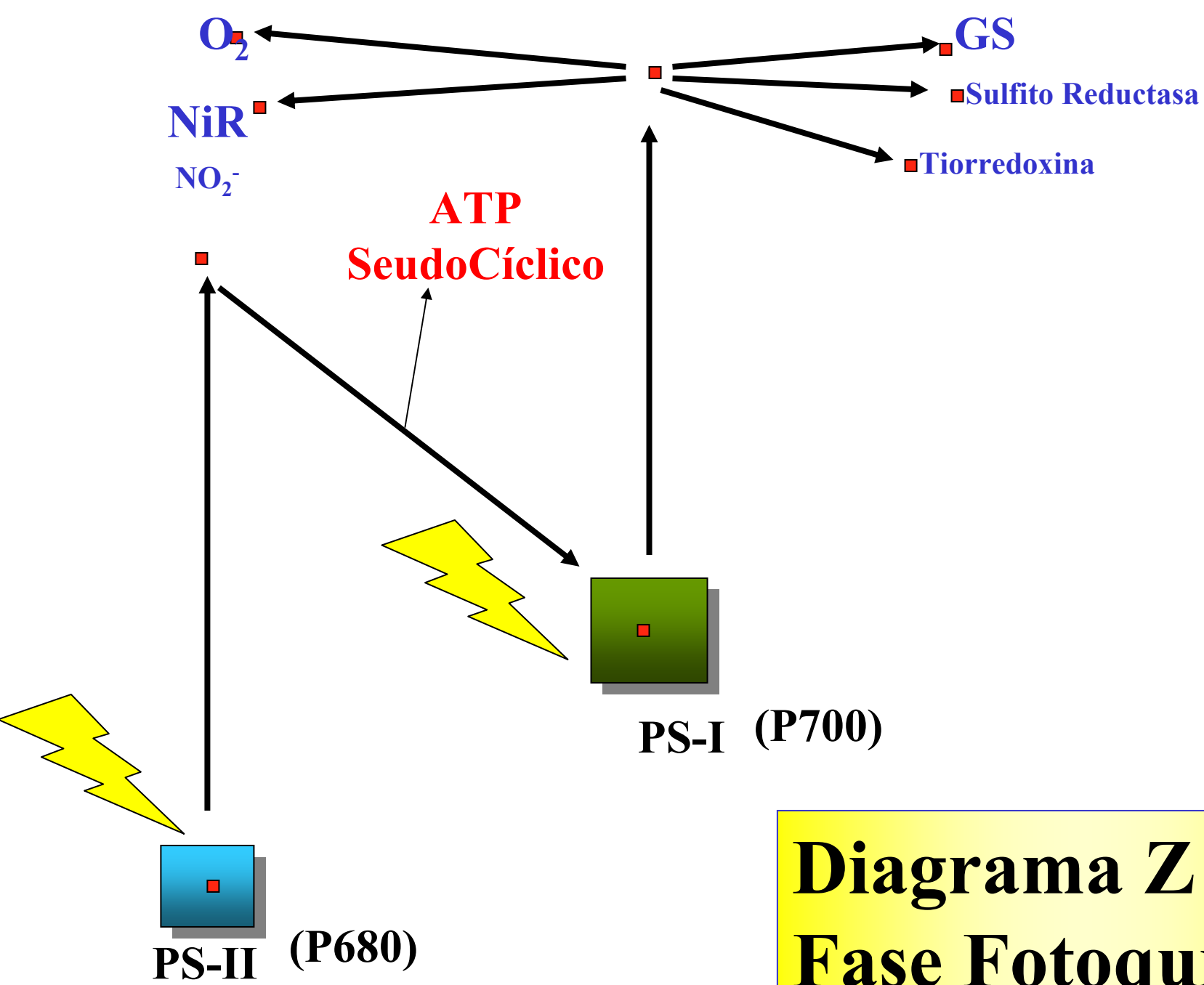


Diagrama Z
Fase Fotoquímica

FOTOSINTESIS

PROCESOS FOTOQUIMICOS

Energía del Foton

Diagrama-Z

ATP **NADPH+H$^+$**

PROCESOS BIOQUIMICOS

CO_2 fixation

Ciclo de Calvin

FOTOSINTESIS

H_2O + CO_2

Energía

Como se realiza la "Fotolisis" del agua ?

ATP y NADPH+H

Ingreso via estomas

Luz adsorbida por pigmentos CLOROFILA

Ciclo de Calvin

ADP NADP

CLOROPLASTO

Utilización de la Energía y su ciclo

O_2 + $C_6H_{12}O_6$

FASE FOTOQUIMICA

FASE BIOQIMICA