



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL NAUCALPAN

FOTOSÍNTESIS

ELABORÓ:
M. EN E. MARÍA ELENA
DÁVILA CASTILLO

2018

PROGRAMA DE BIOLOGÍA III (2016)

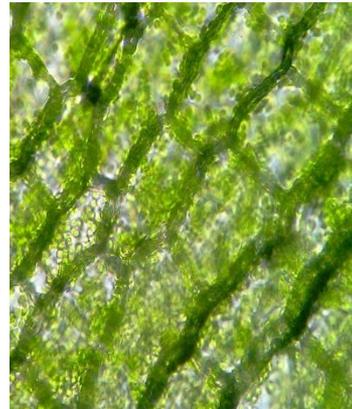
En Apoyo a la Unidad 1.

¿Cómo los procesos metabólicos energéticos contribuyen a la conservación de los sistemas biológicos?

Tema II. Procesos metabólicos de obtención y transformación de materia y energía

Subtema. Fotosíntesis

Aprendizaje. Comprende que la fotosíntesis es un proceso anabólico que convierte la energía luminosa en energía química.



**Cloroplastos en células de *Elodea*
Microscopio óptico 40 X**

METABOLISMO

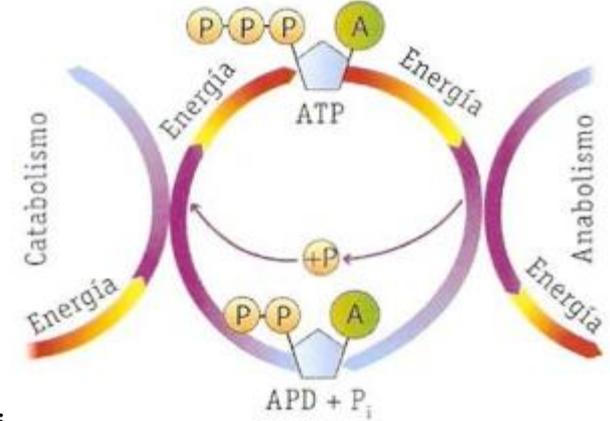


Imagen tomada de:

https://elenapedroche.files.wordpress.com/2010/09/tema_2_13_14.pdf

Es el conjunto de las reacciones químicas que ocurren en las células, y se divide en dos rutas principales:

a) Anabolismo

A partir de compuestos simples se forman compuestos complejos.

Durante este proceso se requiere energía.

Ejemplo: Fotosíntesis

b) Catabolismo

A partir de compuestos complejos se forman compuestos simples.

Durante este proceso se libera energía, utilizada por la célula para desempeñar sus funciones.

Ejemplo: Respiración Celular

¿QUÉ ES LA FOTOSÍNTESIS?

Proceso mediante el cual la energía luminosa se transforma en energía química, que se almacena principalmente en carbohidratos y otras moléculas orgánicas.

Reacción General de la Fotosíntesis

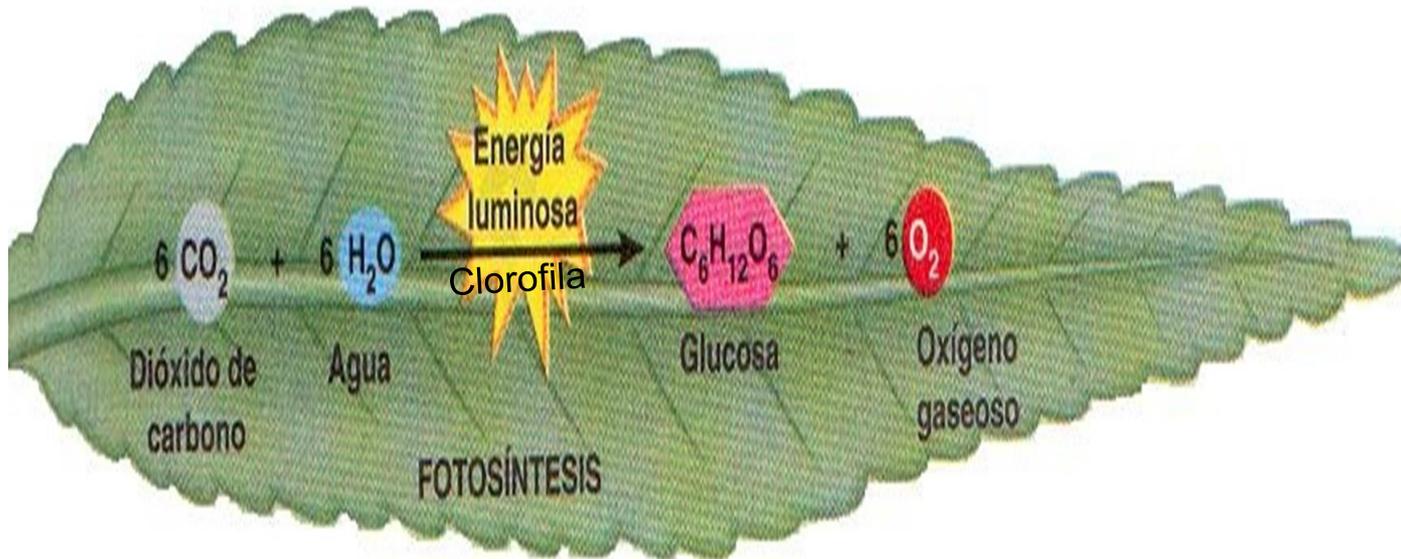


Imagen tomada de: <https://slideplayer.es/slide/9185115/>

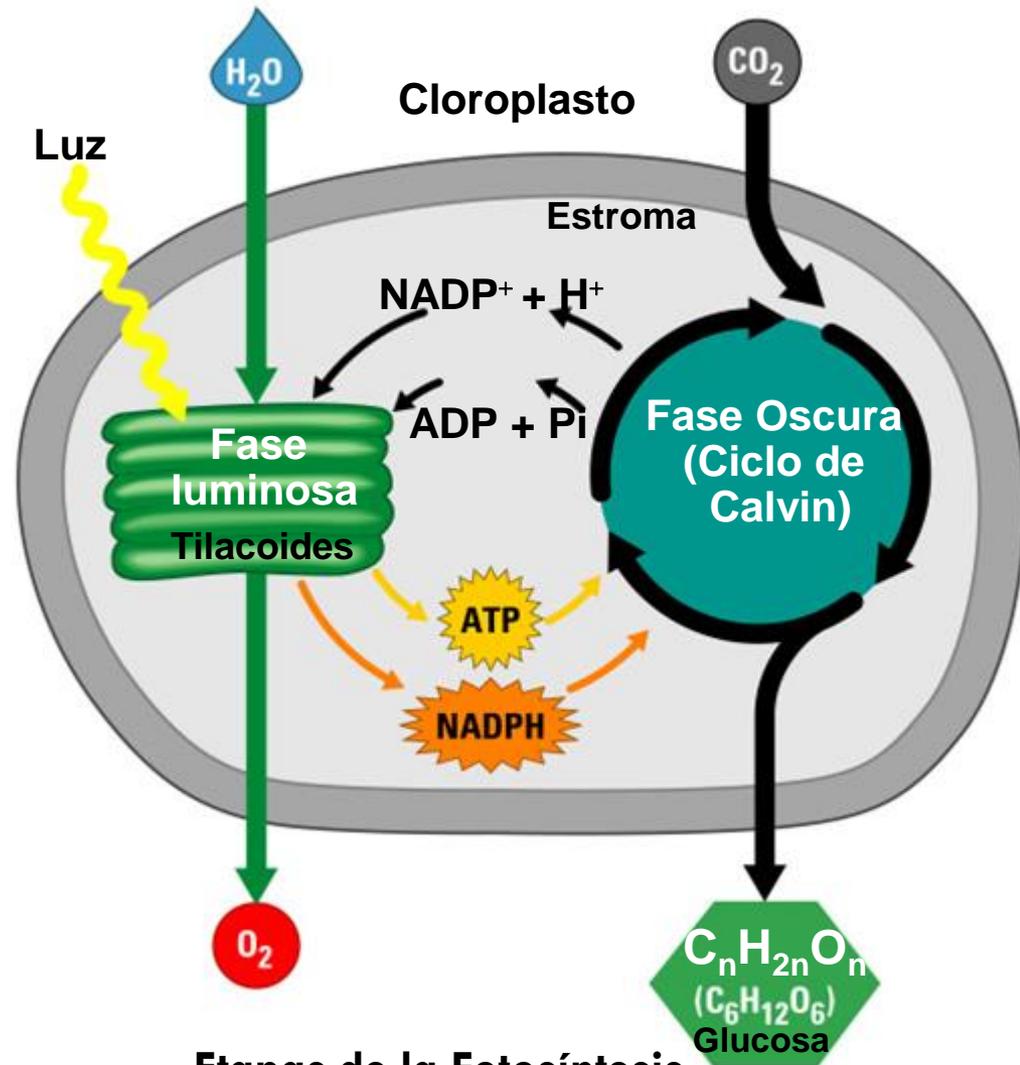
¿QUÉ ETAPAS INVOLUCRA LA FOTOSÍNTESIS?

Involucra dos etapas:

las reacciones dependientes de la luz (Fase luminosa) y las reacciones independientes de luz (Fase oscura).

En las reacciones dependientes de la luz, la energía luminosa es capturada y convertida en ATP y NADPH, moléculas de alta energía, y también se libera O_2 .

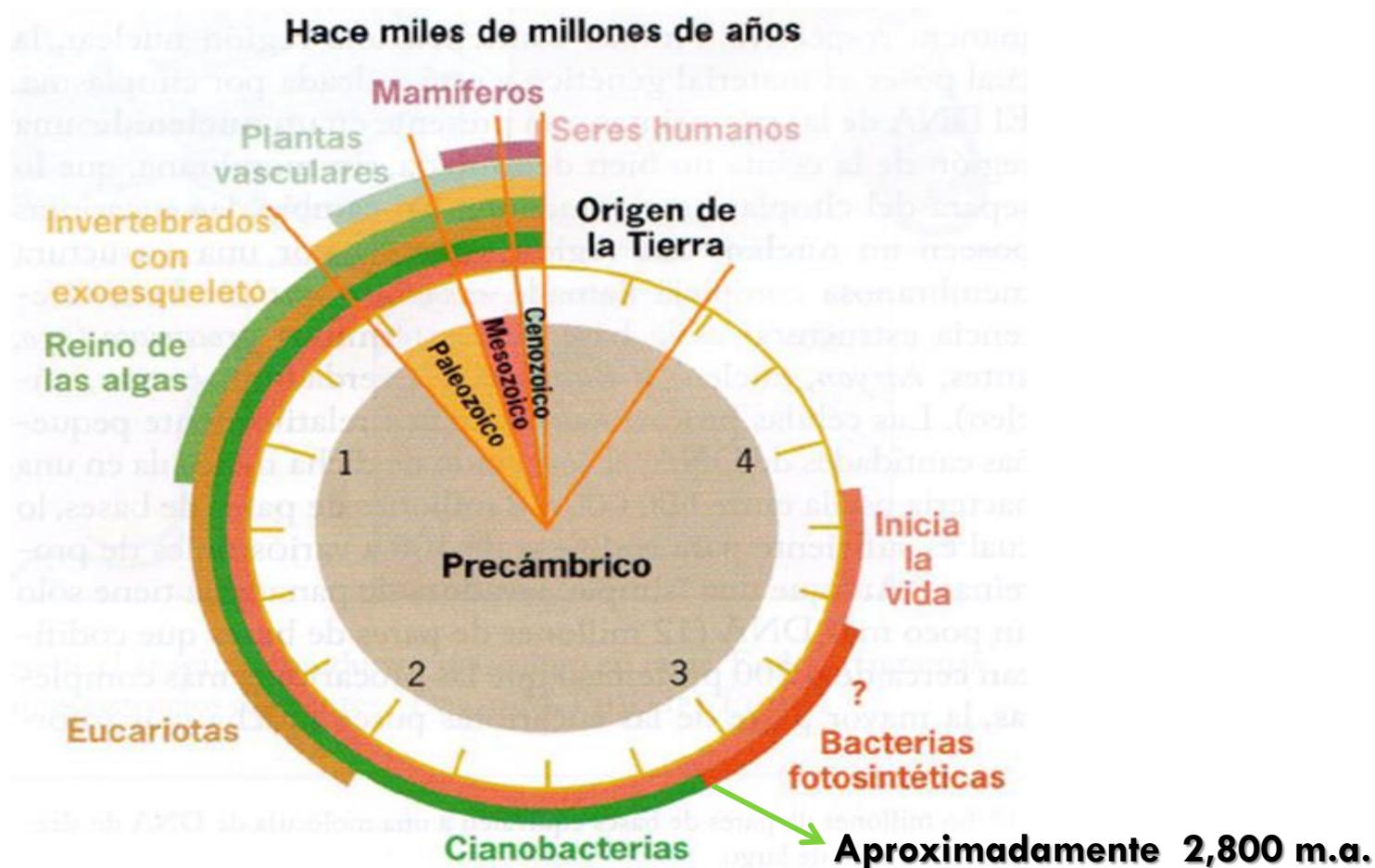
En las reacciones independientes de luz se utilizan ATP y NADPH (moléculas de alto contenido energético), para reducir CO_2 , y formar principalmente carbohidratos como glucosa.



Etapas de la Fotosíntesis

Imagen modificada de: https://sites.google.com/a/canacad.ac.jp/hl2-biology-ferguson/_/rsrc/1470268825624/06-photosynthesis/8-2-photosynthesis/1478464.jpg

¿CUÁNDO SURGIÓ LA FOTOSÍNTESIS? ¿CUÁNDO SURGIERON LAS CIANOBACTERIAS?



Reloj Biogeológico de la Tierra (Karp, 2013)

¿QUÉ ORGANISMOS REALIZAN LA FOTOSÍNTESIS?

- Bacterias (púrpuras y verdes)



Bacteria Púrpura

(*Rhodospirillum*)

Imagen tomada de:

<http://www.gettyimages.es/detail/foto/colourised-sem-image-of-rhodospirillum>



Bacteria Verde

(*Chlorobium*)

Imagen tomada de:

<http://cdn.c.photoshelter.com/img-get/>

- Cianobacterias



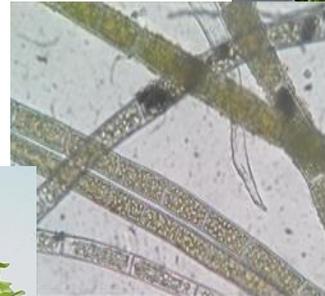
Cianobacteria,

(*Anabaena*)

Imagen tomada de:

<http://cdnb.20m.es/ciencias-mixtas/files/2014/03/Anabaena>

- Algas



Alga Filamentosa

- Plantas



Planta (*Elodea*)

¿DÓNDE SE LLEVA A CABO LA FOTOSÍNTESIS?

En el **citoplasma** de los organismos fotosintéticos procariontas



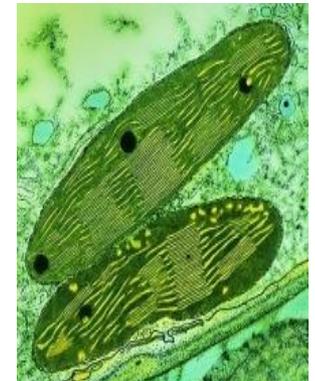
Micrografía electrónica de una cianobacteria (Karp, 2013)

Membranas citoplasmáticas en las cuales realizan la fotosíntesis



Cianobacterias viven dentro del pelo de los osos polares

En los **cloroplastos** de los organismos fotosintéticos eucariotas



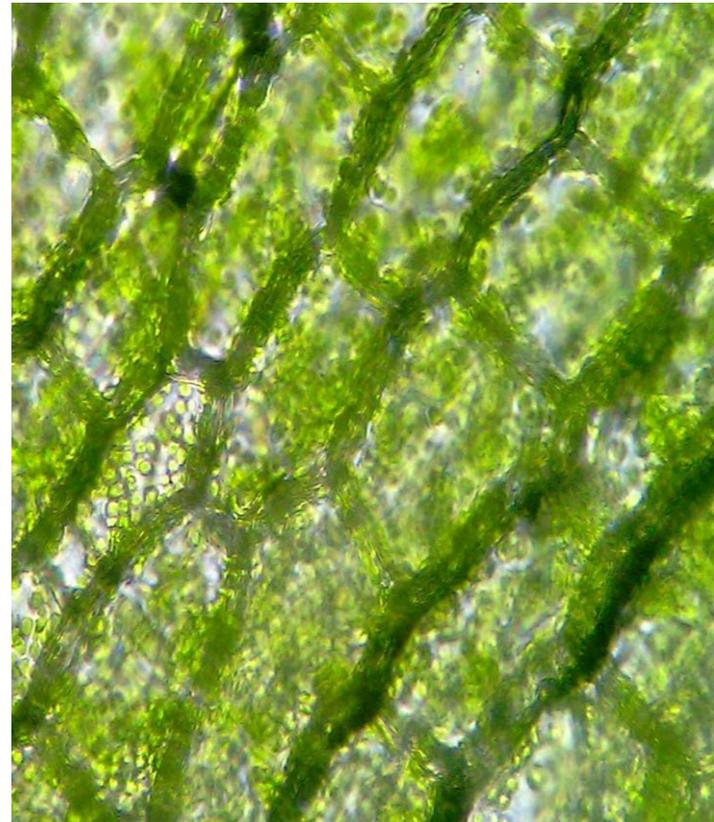
Cloroplastos

¿CUÁNTOS CLOROPLASTOS HAY POR CADA CÉLULA?

Aproximadamente hay de 20 a 40 cloroplastos por célula (Azcon-Bieto & Talón, 2008).



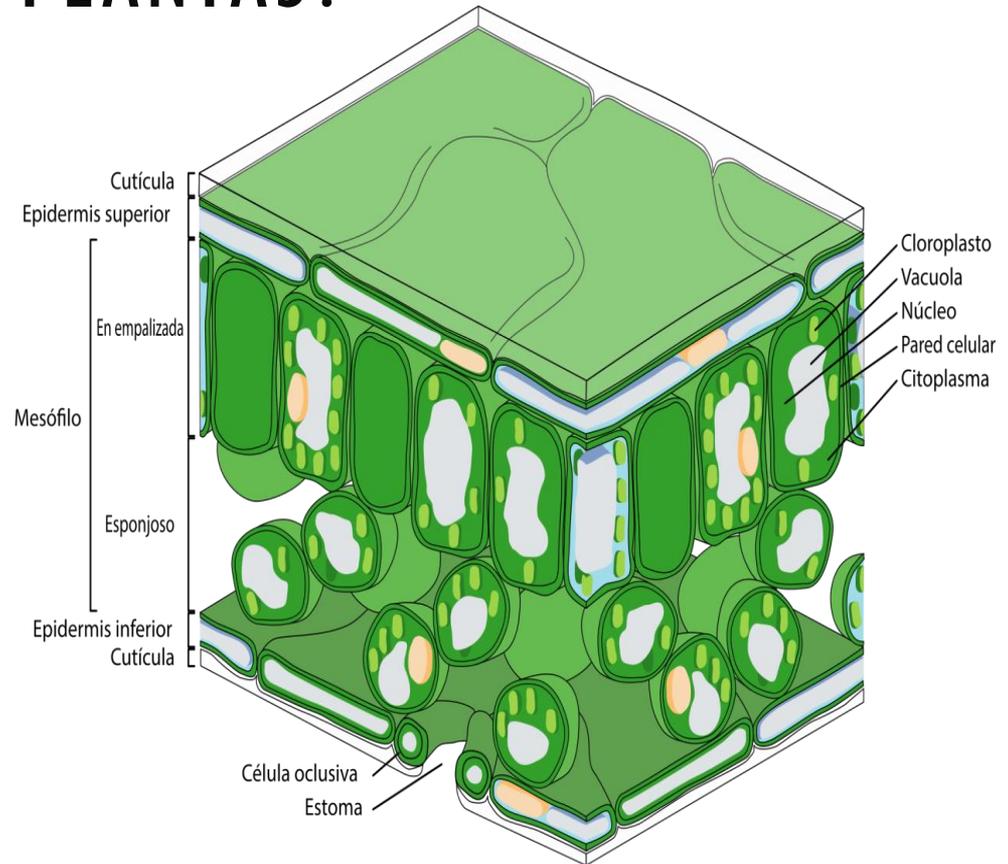
Planta *Elodea*



Cloroplasto en células de
Elodea
Microscopio óptico 40 X

¿DÓNDE SE ENCUENTRAN LOS CLOROPLASTOS EN LAS PLANTAS?

En las plantas, los cloroplastos se encuentran dentro de las células del mesófilo de las hojas verdes.

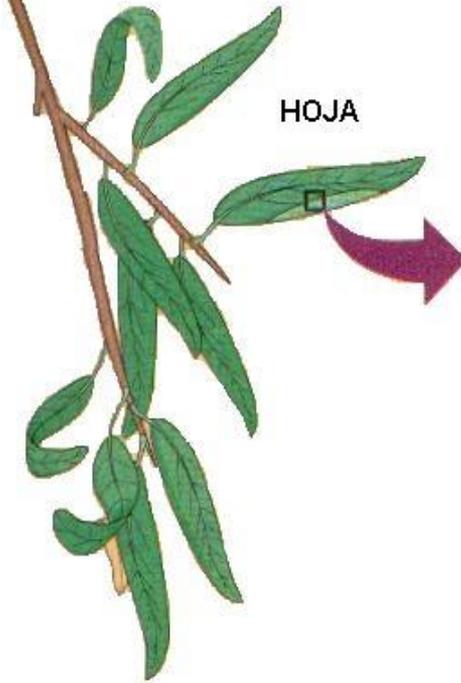


Corte transversal de una hoja, mostrando los diferentes tejidos que la componen

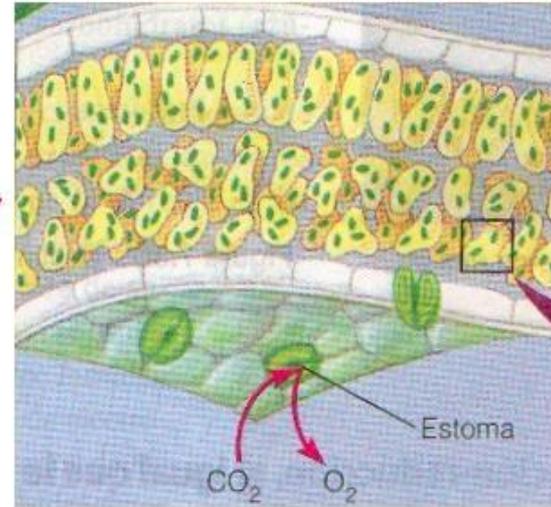
Imagen tomada de:

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Hoja#/media/Archivo%3ALeaf_Tissue_Structure_es.svg

¿CUÁL ES LA ESTRUCTURA DE LOS CLOROPLASTOS EN LAS PLANTAS?



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA HOJA



CÉLULA DEL MESOFILO

Cloroplasto

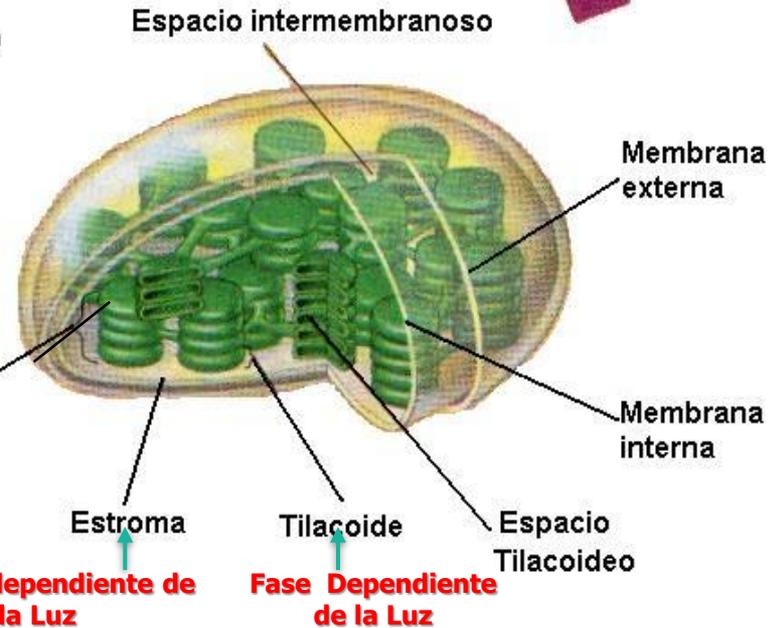
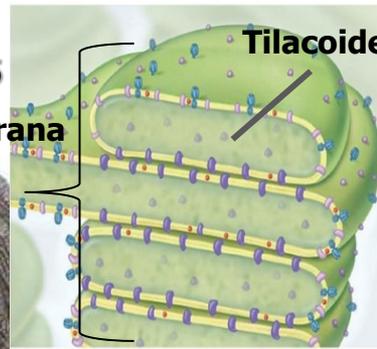
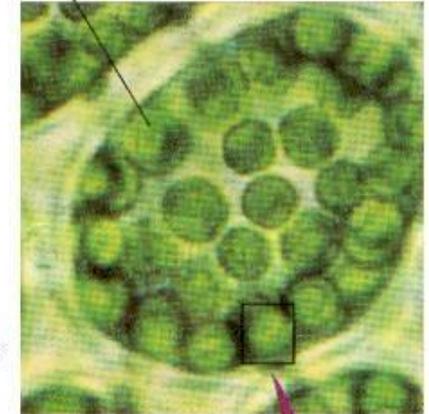
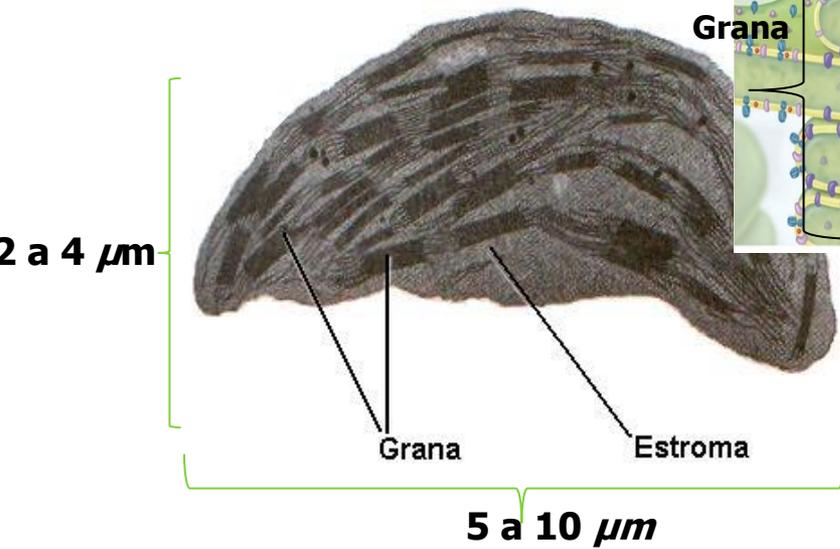
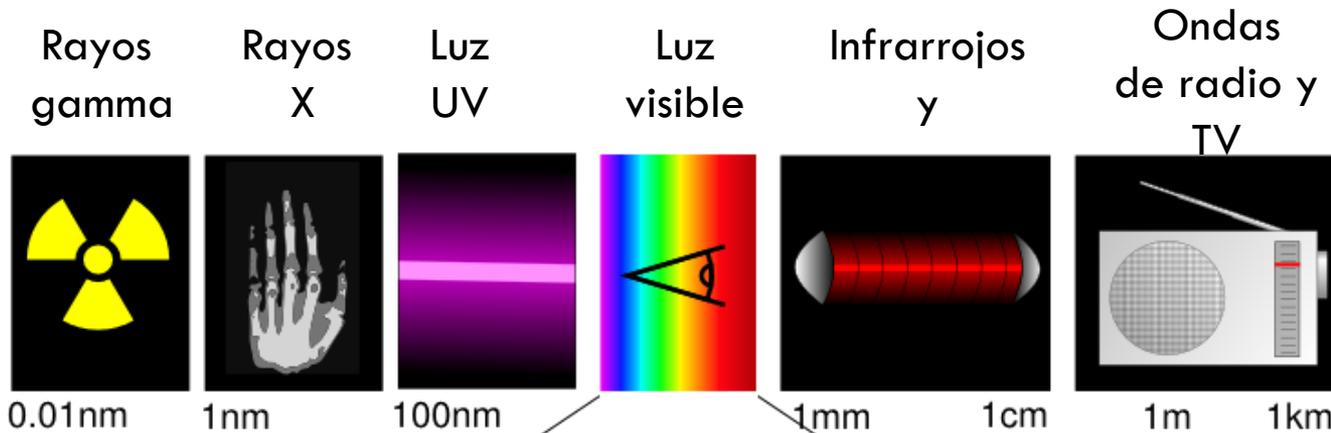


Imagen modificada de: **Curtis, et.al., 2015**



¿Qué longitudes de onda utiliza la fotosíntesis?

Espectro electromagnético y luz visible



La Fotosíntesis utiliza la energía de las longitudes de onda de la luz visible

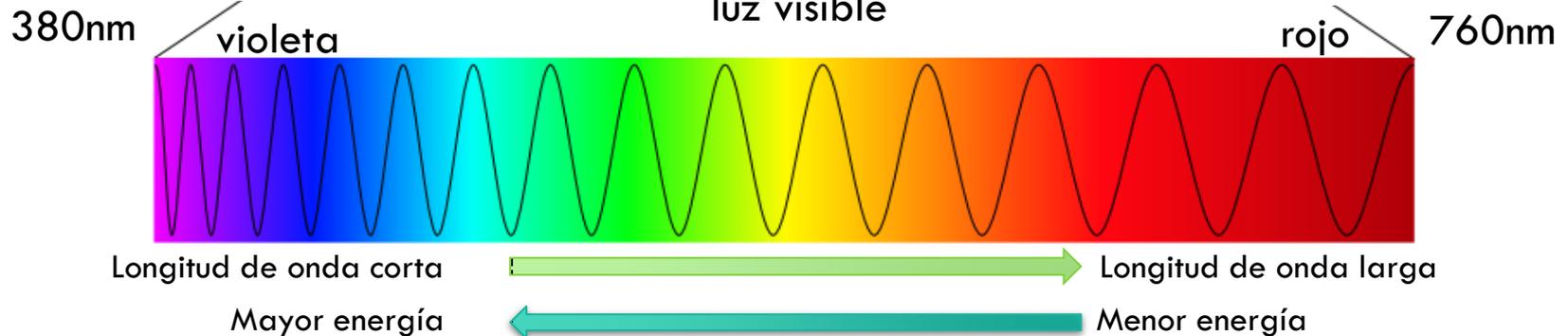


Imagen modificada de: http://www.pawean.com/MVM/luz_espectro.html

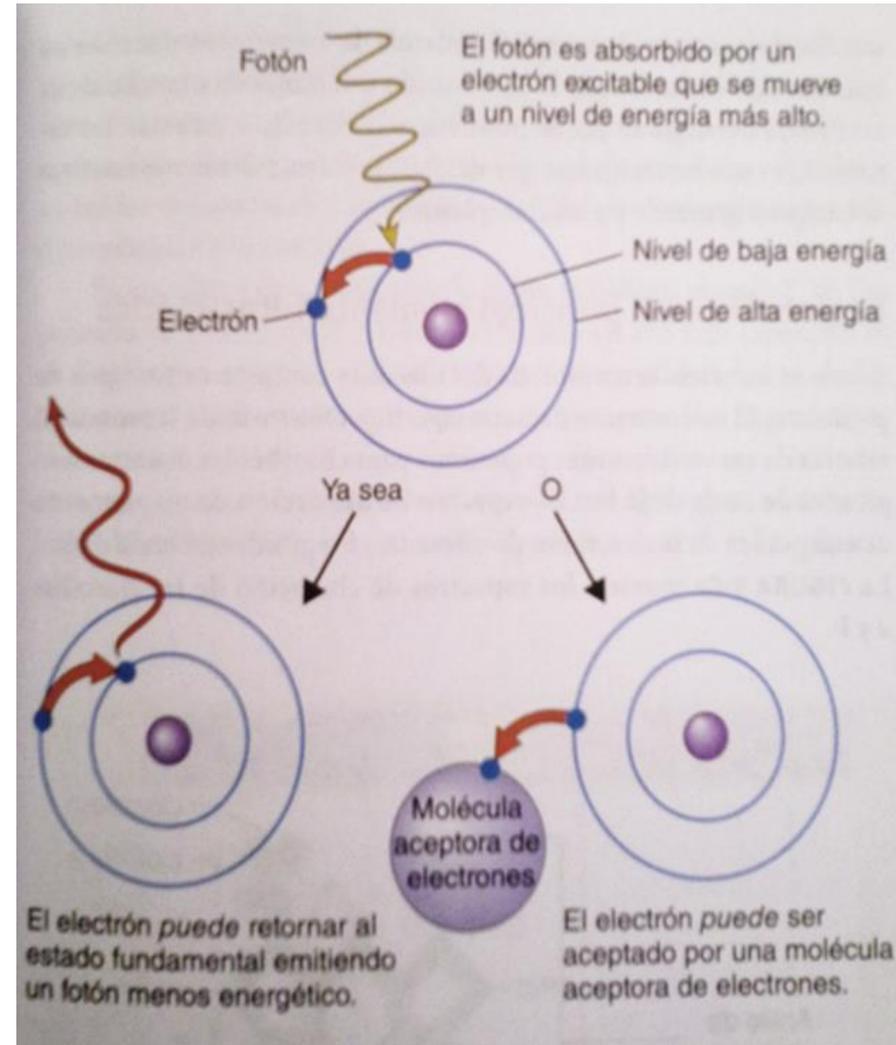
¿CÓMO VIAJA LA LUZ?

La luz viaja en paquetes de energía denominados “fotones”.

Cuando una molécula absorbe un fotón, un **electrón se vuelve energético** para trasladarse de un orbital interno a uno externo. Se dice que la molécula cambió de **estado basal** o fundamental a **estado excitado**.

El estado de excitación de una molécula es inestable y dura aproximadamente 10^{-9} s. (Karp, 2013).

Por ejemplo, **los electrones excitados de las moléculas de clorofila se transfieren a los receptores de electrones**, dentro de las membranas del tilacoide, antes de regresar a los orbitales de menor energía.



Interacción entre la luz y átomos o moléculas (Solomon, et al., 2013)

¿POR QUÉ LAS HOJAS SON VERDES?

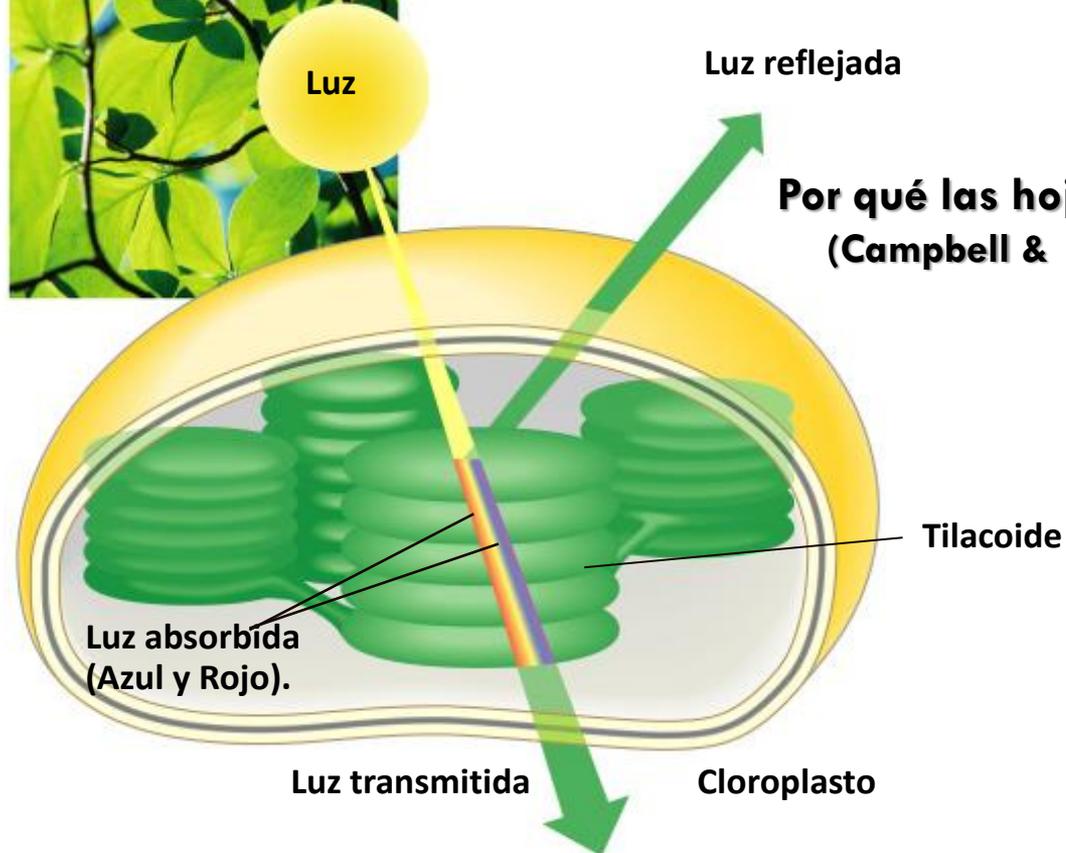
Los pigmentos se encuentran en la membrana del tilacoide.

Los pigmentos parecen estar coloreados, porque sólo absorben luz de una longitud de onda particular.

Las hojas son verdes porque sus cloroplastos contienen grandes cantidades de **clorofila**, que absorbe con mayor intensidad el **azul** y el **rojo**, y refleja las longitudes de onda **verde**.



El color de la luz que vemos es el que se refleja o transmite y no se absorbe.



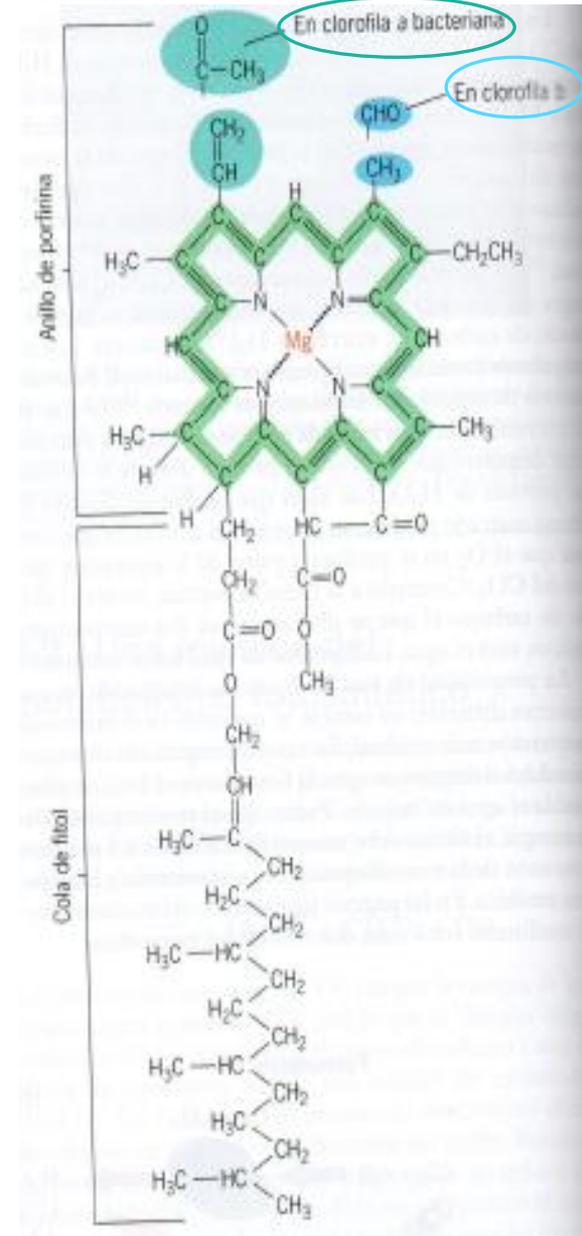
¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS?

La clorofila es el pigmento fundamental de la fotosíntesis.

La clorofila *a* se encuentra en todos los organismos fotosintéticos productores de O_2 .

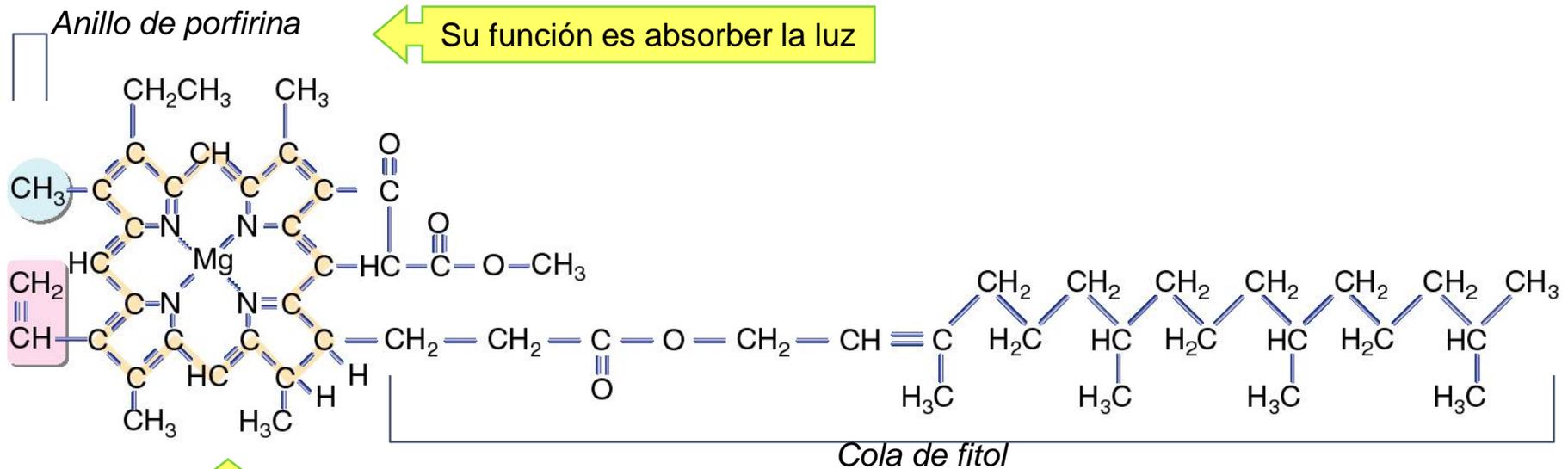
La clorofila *b* presenta la sustitución de un grupo $-CH_3$ por el grupo $-CHO$ (**color azul**).

La clorofila *b* se encuentra en todas las plantas superiores y algas verdes.



Estructura de la clorofila *a* (Karp, 2013)

¿CUÁLES ES LA ESTRUCTURA DE LA CLOROFILA?



Los dobles enlaces alternativos permiten la descolocación de los electrones favoreciendo la pérdida de uno hacia un aceptor.

Mantiene la clorofila integrada en la membrana fotosintética

Estructura de la clorofila a

Imagen modificada de: <https://slideplayer.es/slide/11636750/>

¿QUÉ OTROS PIGMENTOS PRESENTAN LAS PLANTAS?

Las **clorofilas** son los principales pigmentos fotosintéticos

absorbentes de la luz, pero las plantas terrestres también tienen pigmentos accesorios **naranjas** y **rojos** llamados **carotenoides**.

Producen colores característicos a las zanahorias y hojas en otoño.

Los carotenoides se dividen en:

a) Carotenos (anillo terminal sin átomos de oxígeno). Ejemplo el β Caroteno

b) Xantofilas (anillo terminal con átomos de oxígeno) Ejemplo Luteína



Zanahorias

Imagen tomada de:

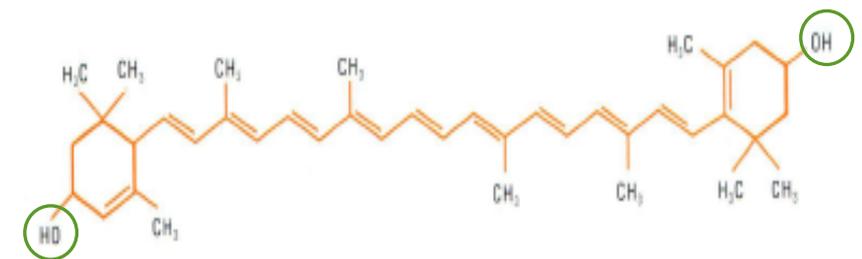
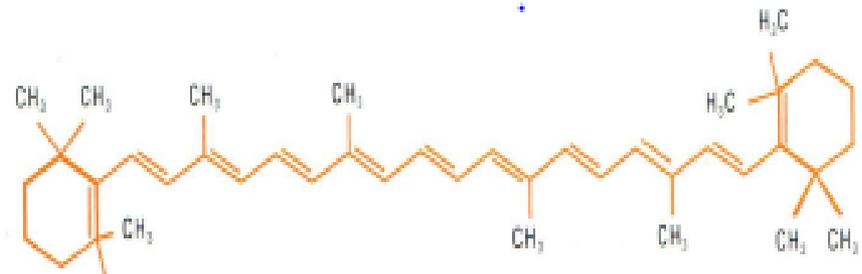
<https://comefruta.es/comprar/zanahorias>



Hojas en otoño

Imagen tomada de:

https://www.youtube.com/watch?v=bnvaqU_mJLQ



Estructura de β caroteno y Luteína (Márquez, et. al., 2013)

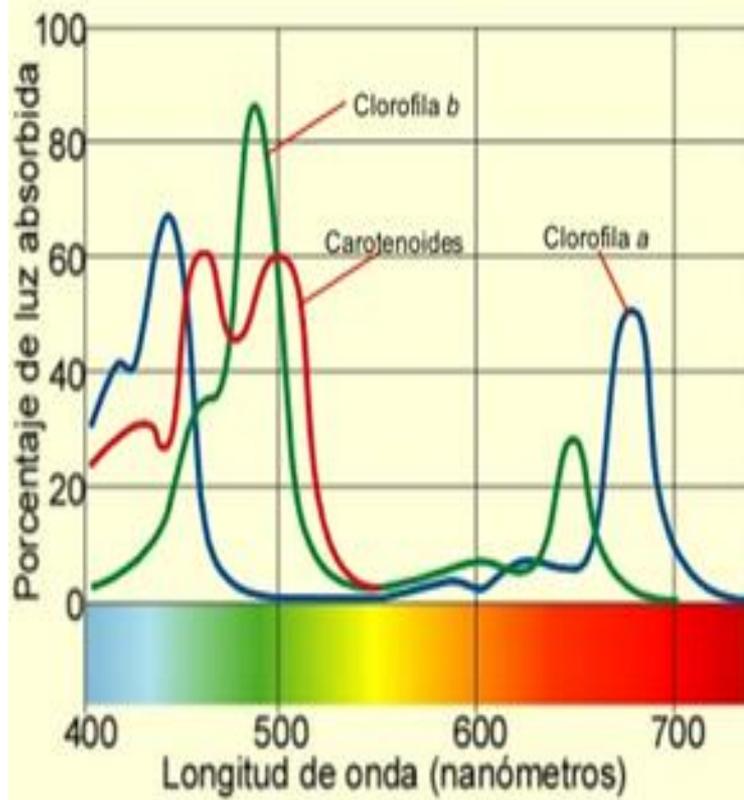
¿CÓMO ABSORBEN LA LUZ LOS PIGMENTOS DE LAS PLANTAS?

Los diferentes pigmentos absorben luz de manera distinta

Espectro de absorción de distintos pigmentos

Las clorofilas absorben en regiones **violeta-azul** y **roja**

Los carotenoides absorben en regiones **azul** y **verde**

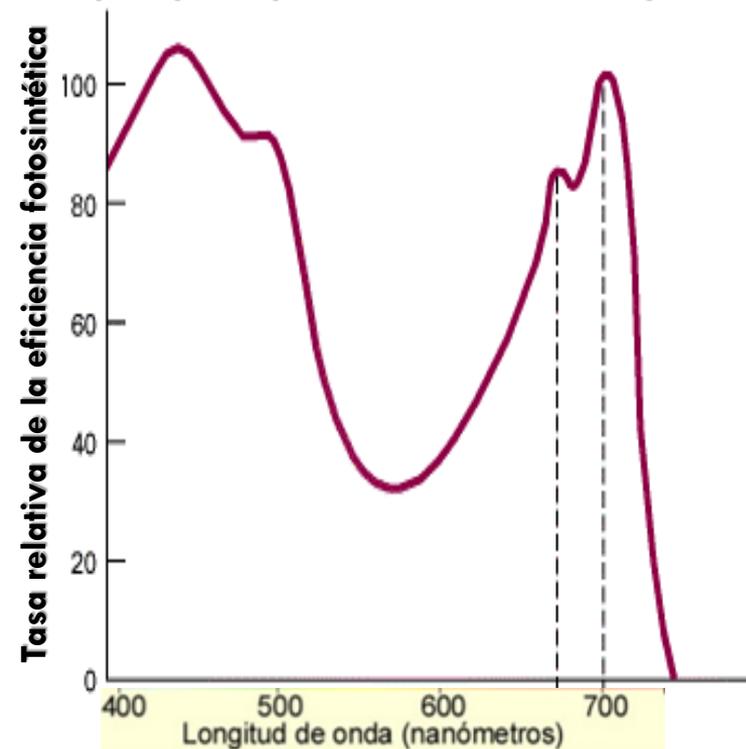


(Solomon, et al., 2013)

Espectro de acción de la fotosíntesis

Indica la eficiencia con la cual la luz de distintas longitudes de onda puede promover la fotosíntesis.

Refleja la participación de las clorofilas y los carotenoides



¿CÓMO ACTÚAN LOS PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS?

La energía del fotón se transfiere al azar por una red de moléculas de pigmento (antena) , que absorben luz con distinta longitud de onda, hasta que la energía llega a **la molécula de clorofila en el centro de reacción**, la cual transfiere un electrón en estado de excitación a un aceptor de electrones.

moléculas de pigmento (clorofilas y carotenoides) atrapan fotones de diferente longitud de onda.

Cuando una molécula de pigmento se excita, transfiere energía a las moléculas cercanas, hasta llegar al centro de reacción.

*El centro de reacción contiene moléculas de clorofila a (pigmento diana) y los electrones que se liberan son enviados a la **cadena de transporte de electrones**.*

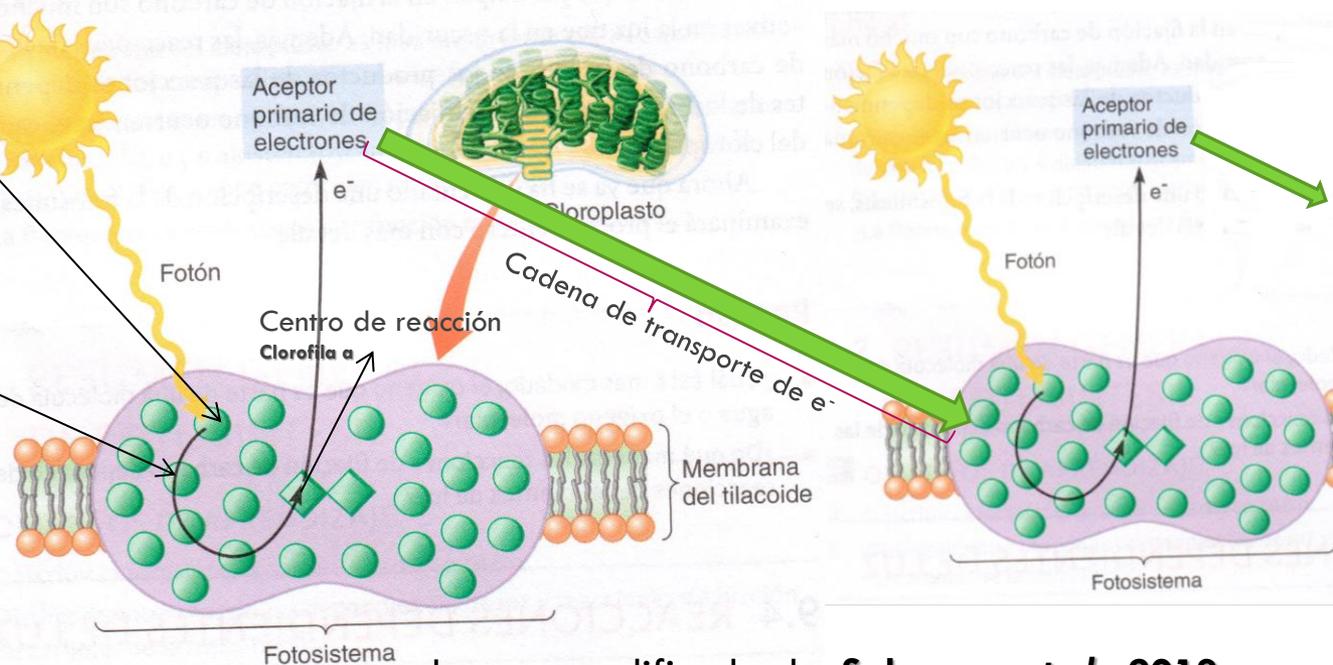
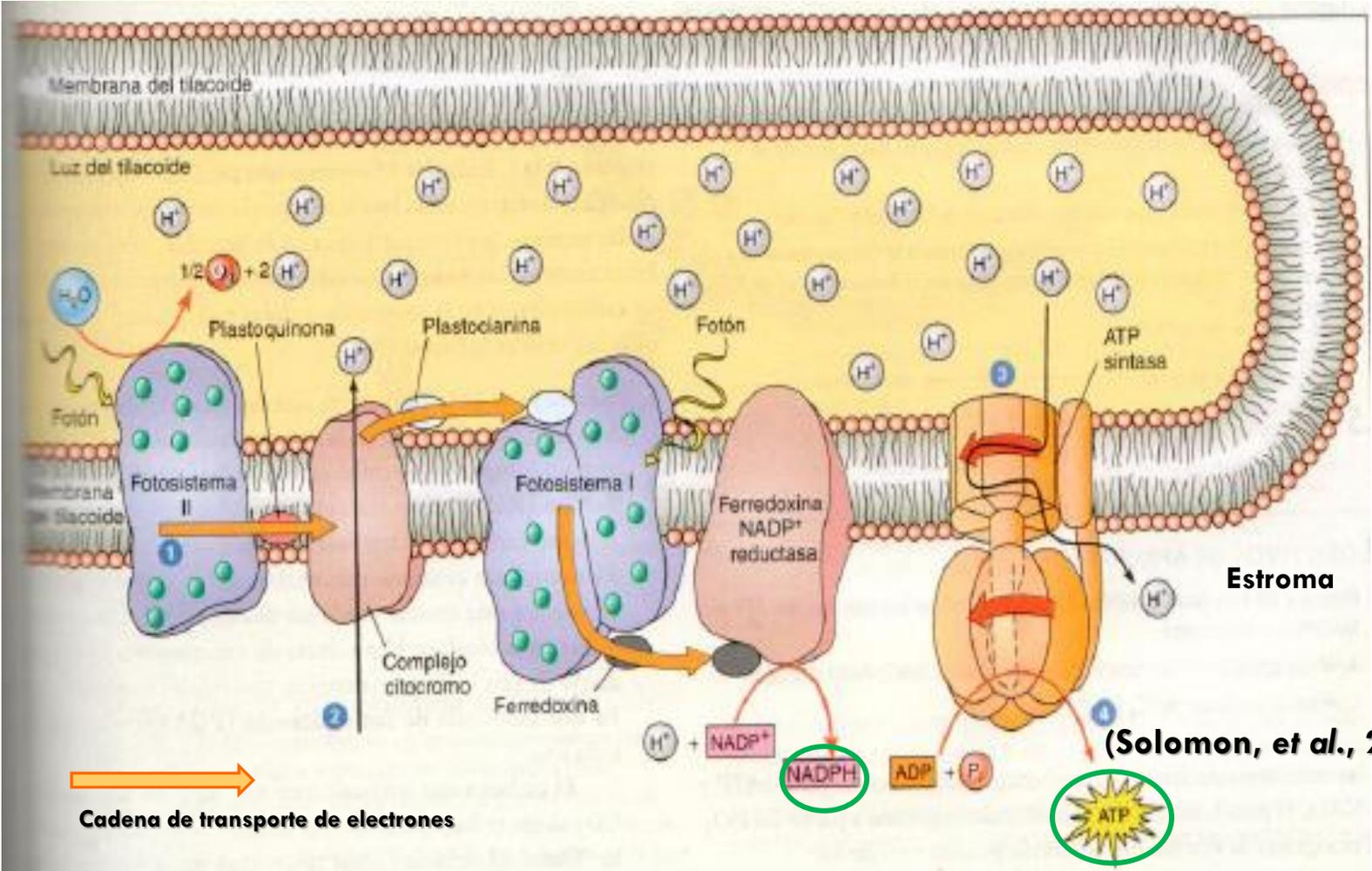


Imagen modificada de: **Solomon, et al., 2013**

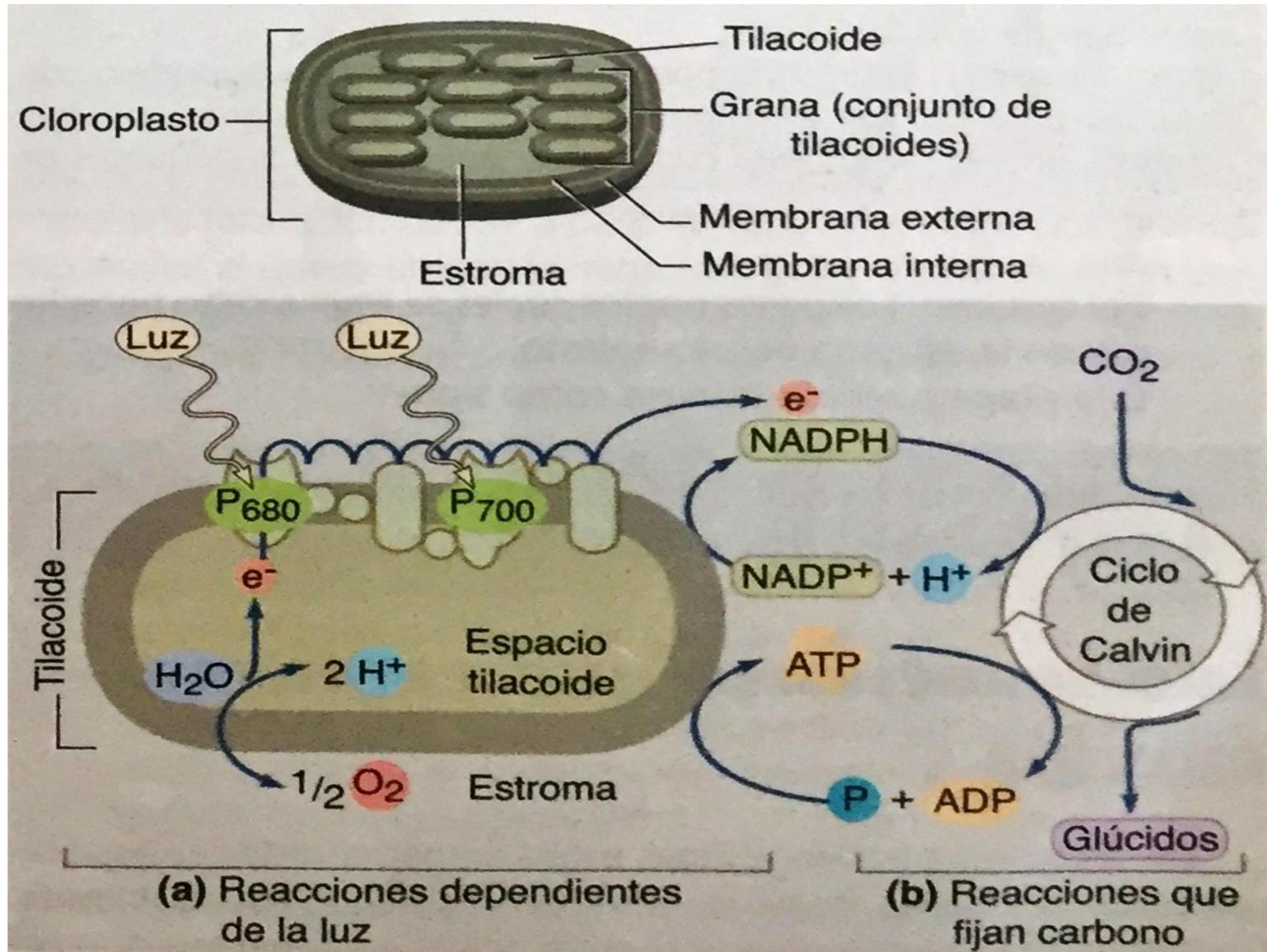
IMPORTANCIA DE LA CADENA DE TRANSPORTE DE ELECTRONES



(Solomon, et al., 2013)

- 1 Las flechas naranjas indican la ruta de los electrones a lo largo de la cadena de transporte de electrones en la membrana del tilacoide. Los portadores de electrones dentro de la membrana son reducidos y oxidados alternativamente, conforme aceptan y donan electrones.
- 2 La energía liberada durante el transporte de electrones se utiliza para transferir H⁺ del estroma a la luz del tilacoide, aumentando su concentración de H⁺.
- 3 La difusión inversa de H⁺ en el estroma se evita porque su paso sólo es posible mediante canales especiales formados por la enzima ATP sintasa en la membrana del tilacoide.
- 4 El H⁺ fluye por la enzima ATP sintasa, generando ATP.

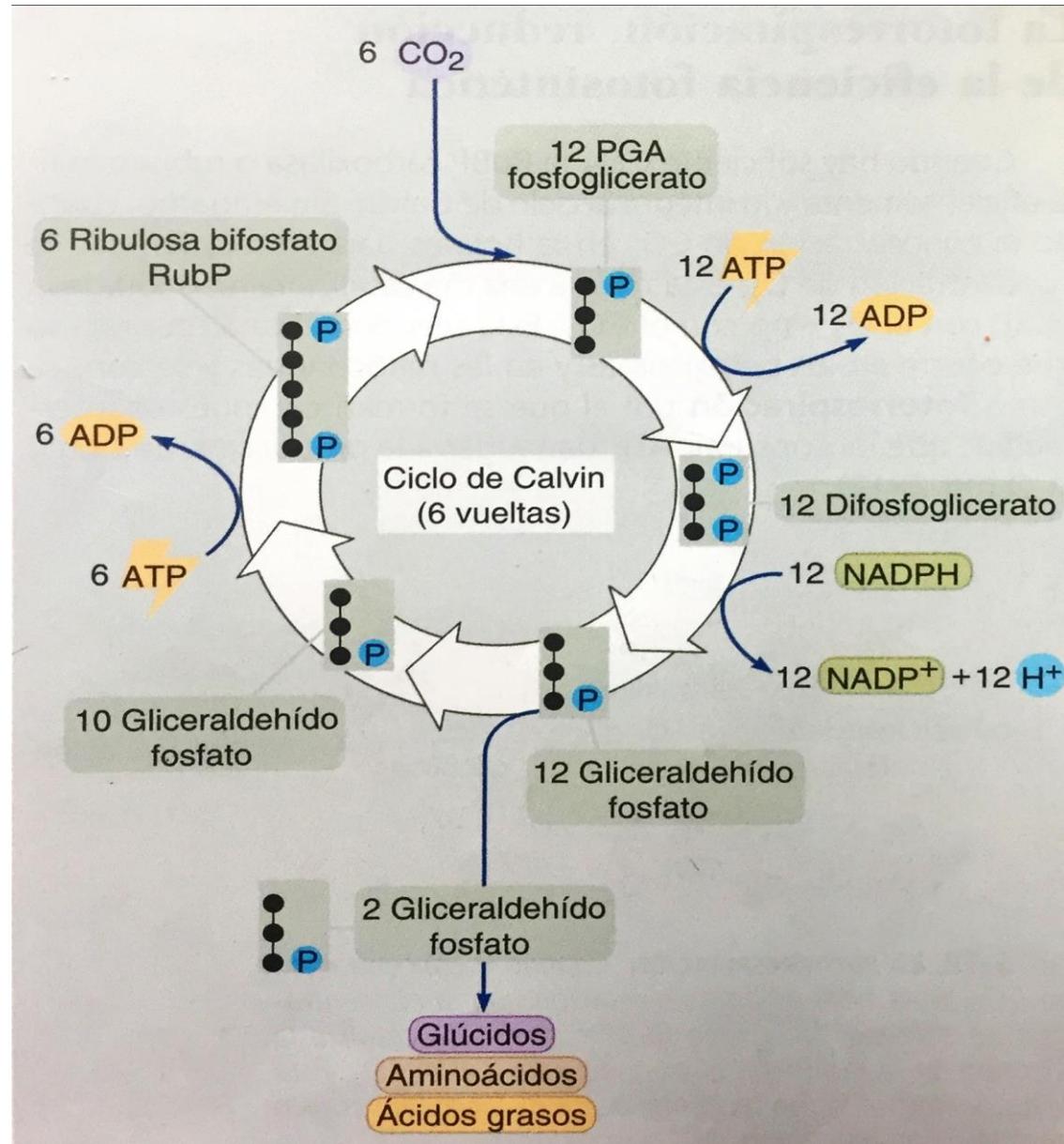
REACCIONES DE LA FOTOSÍNTESIS



Esquema global de la fotosíntesis (Curtis, et al., 2015)

FASE OSCURA O INDEPENDIENTE DE LA LUZ

CICLO DE CALVIN (Curtis, et al., 2015)



REFERENCIAS

- Azcon-Bieto, J. & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Barcelona: Mc Graw Hill Interamericana.
- Campbell, N. & Reece, J. (2007). *Biología*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2016). *Programas de Estudio Biología III-IV*. México: Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades.

Consultado en: http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_I_II.pdf (septiembre, 2018)
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. & Flores, G. (2015). *Invitación a la Biología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Devlin, R. *Fisiología Vegetal*. (1982). Barcelona: Ediciones Omega.
- Karp, G. (2013). *Biología Celular y Molecular*. China: Mc Graw Hill Education.
- Márquez, J., Collazo, M., Martínez, M., Orozco, A. & Vázquez, S. (2013). *Biología de Angiospermas*. México: Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez, G. A. & Molina, C. L. (2016). *Biología*. México: Santillana.
- Pérez-Urria, E. (2009). Evolución del Metabolismo: desde las Porfirinas hacia la Fotosíntesis. *Revista Española de la Sociedad de Biología Evolutiva*. 4(1): 37-41.

Consultado en: <http://eprints.ucm.es/8444/1/FOTOSINTpdf.pdf> (octubre, 2018)
- Solomon, E., Berg, L. & Martin, D. (2013). *Biología*. México: Cengage Learning.
- Starr, R. & Taggart, R. (2008). *La Unidad y la Diversidad de la Vida*. México: Ediciones Paraninfo.