

Unidad 2
**Condiciones ambientales
y organismos**

Tema 6
Adaptaciones de las plantas

RECURSOS

Algo requerido por los organismos



Bióticos o abióticos presentes en el ambiente en cantidades limitadas



Uso o consumo de esos recursos para crecimiento y manutención del organismo



Cantidades se reducen en disponibilidad



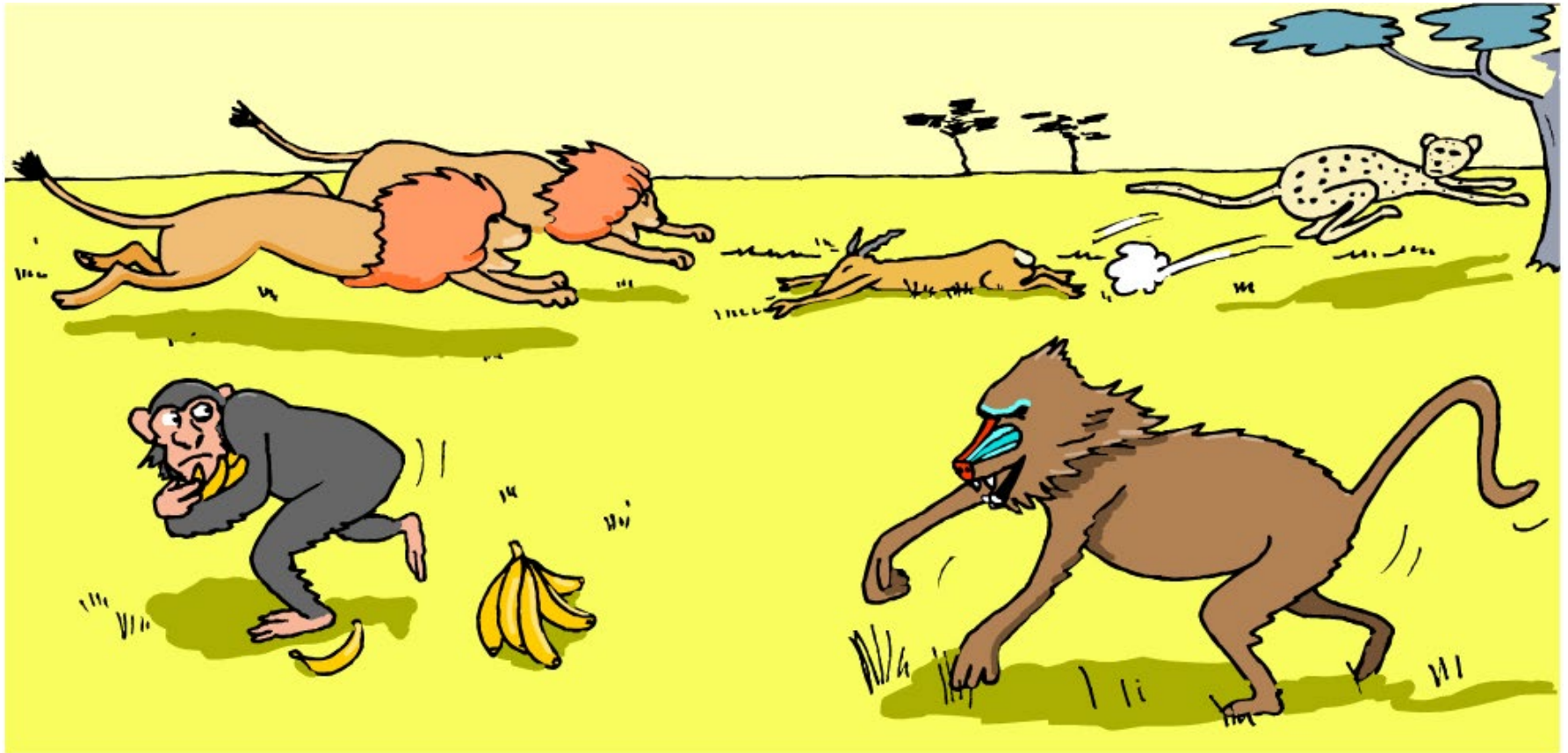
Recursos se tornan menos disponibles para otros organismos



Efectos negativos!!!




Recursos críticos para: **sobrevivencia, crecimiento y reproducción**




Resultado: **competencia** por esos recursos limitados


Exclusión competitiva



Ah, this is a happy niche,
and it's all mine!



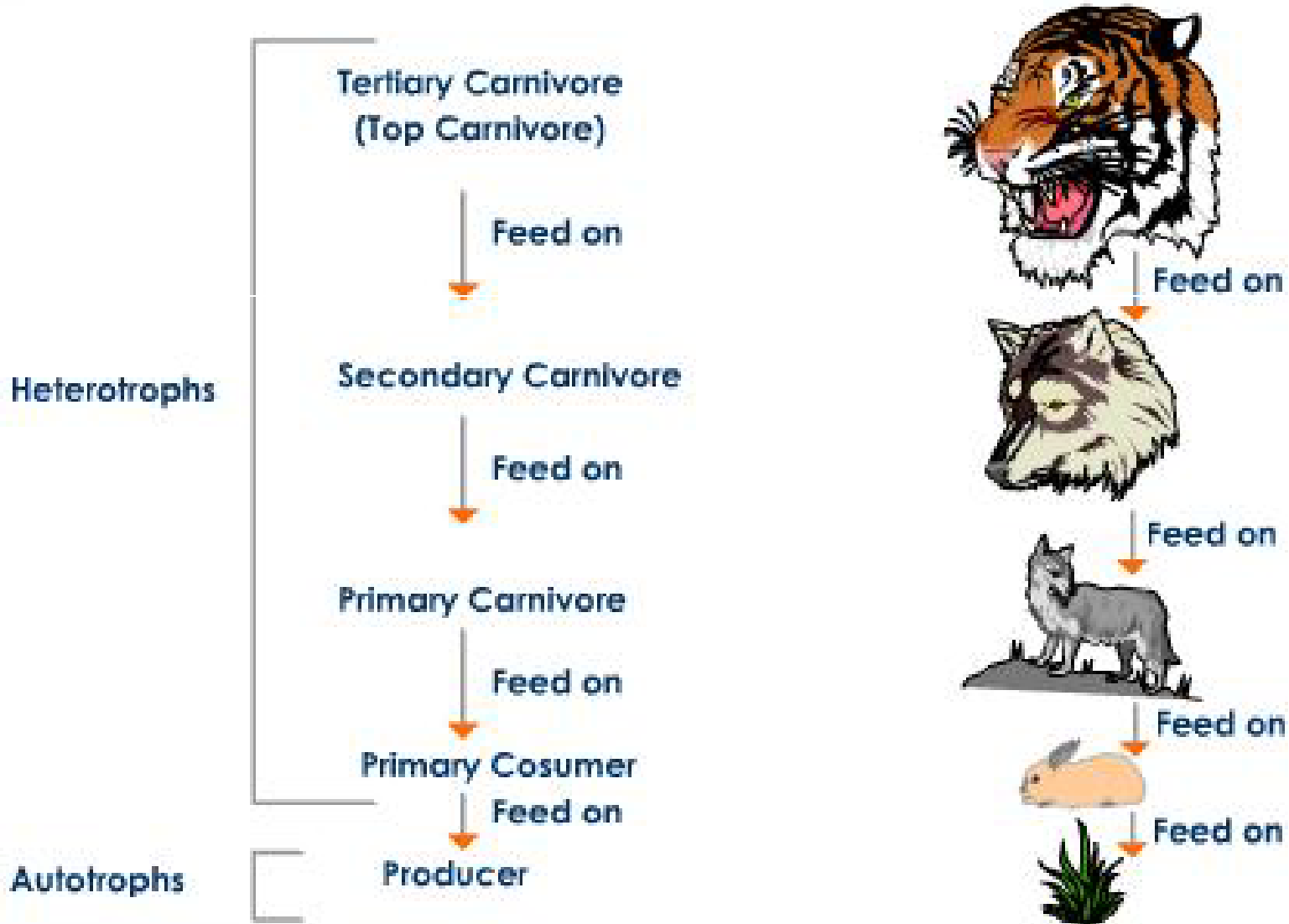
Hey, I like this niche too!
I think I'll move in here with you.



No way, dude!
The competitive exclusion principle says
that you can't occupy my niche
at the same time that I do.

Drat!

Forma de uso de los recursos: flujo de energía y de materia



Autótrofos

- ✓ **Crecimiento en dirección a sus recursos**
 - A través de órganos que lleguen a esos recursos (partes aéreas; raíces)
- ✓ **Tener mecanismos de captar recursos que se mueven hacia el organismo**



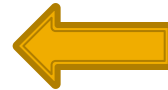
Energía radiante



CO₂



Agua y aniones disueltos



Cationes minerales

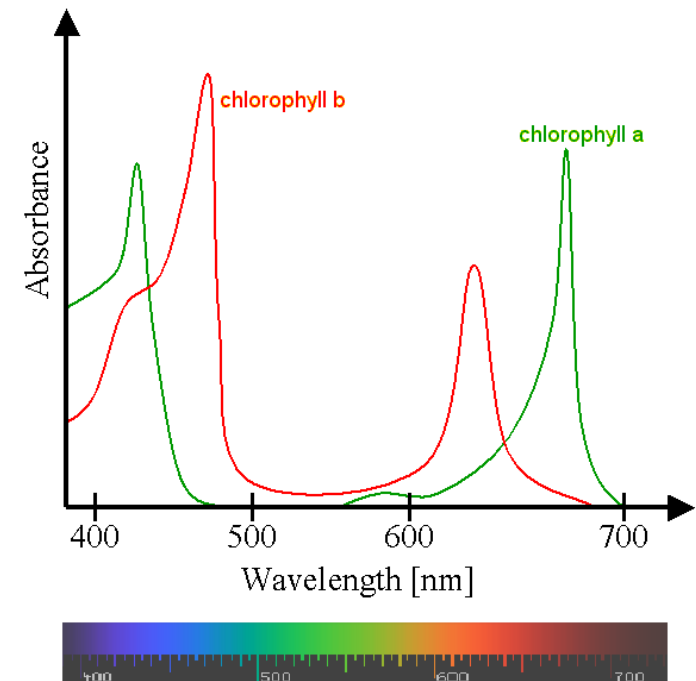
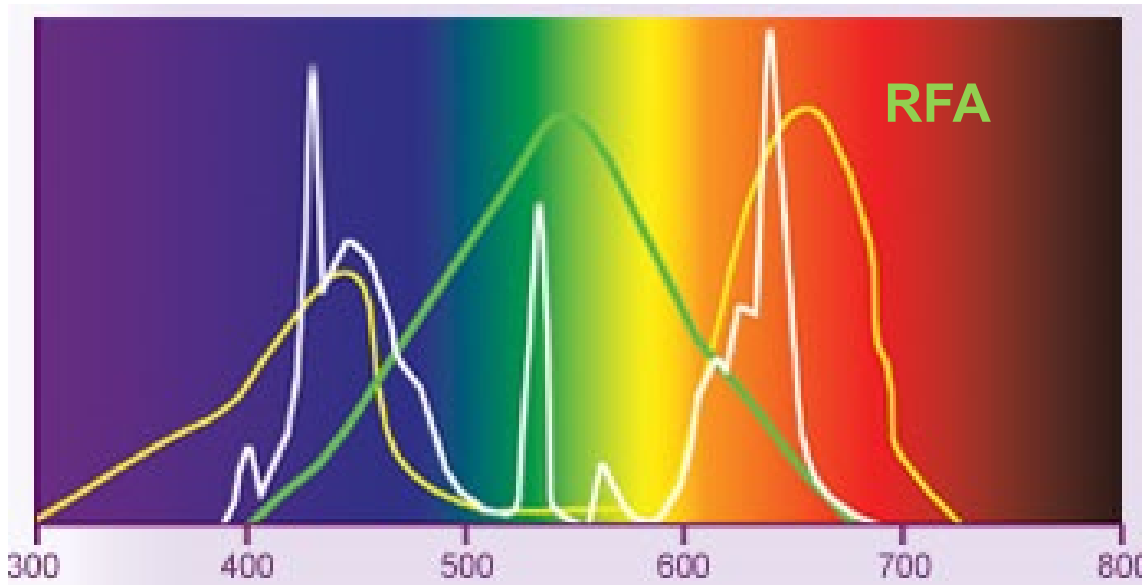
Energía radiante proveniente del sol
(varia en intensidad y calidad)

▪ **Recurso crítico:** necesario para la fotosíntesis



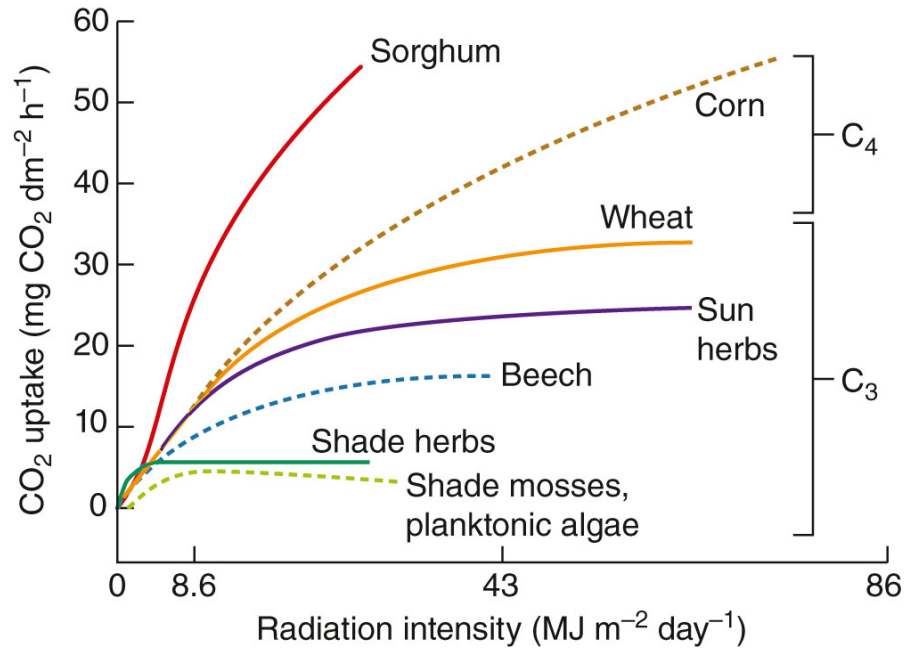
- ← **Energía radiante**
- ← **CO₂**
- ← **Agua y aniones disueltos**
- ← **Cationes minerales**

- No toda la luz es útil; solo algunas longitudes de onda (44%)
 - Espectro de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)
 - Se compete por la luz disponible



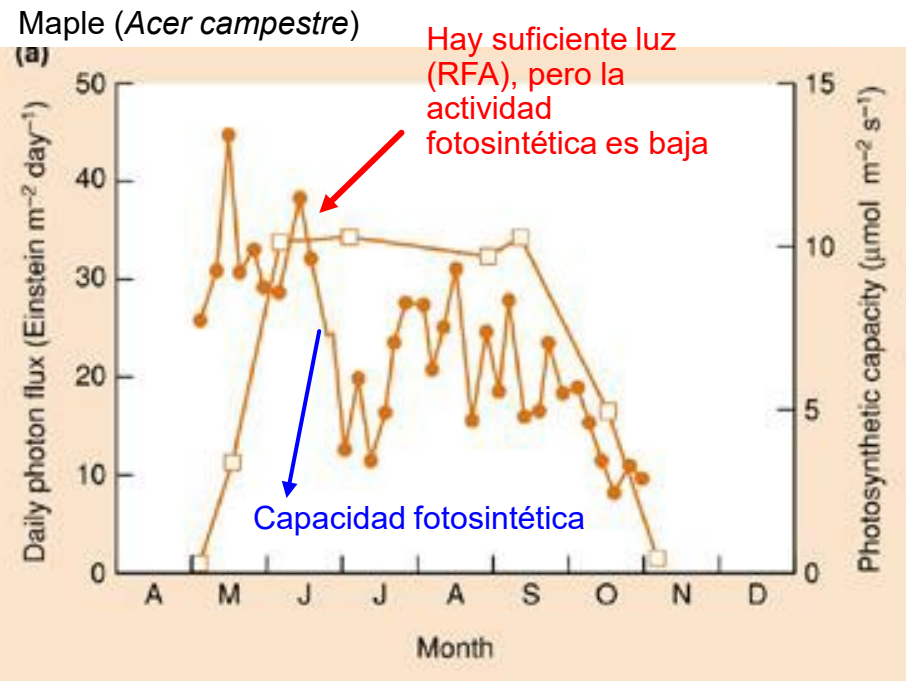
Variaciones en la intensidad de luz afecta producción

✓ Tasa de fotosíntesis relacionada con intensidad de radiación



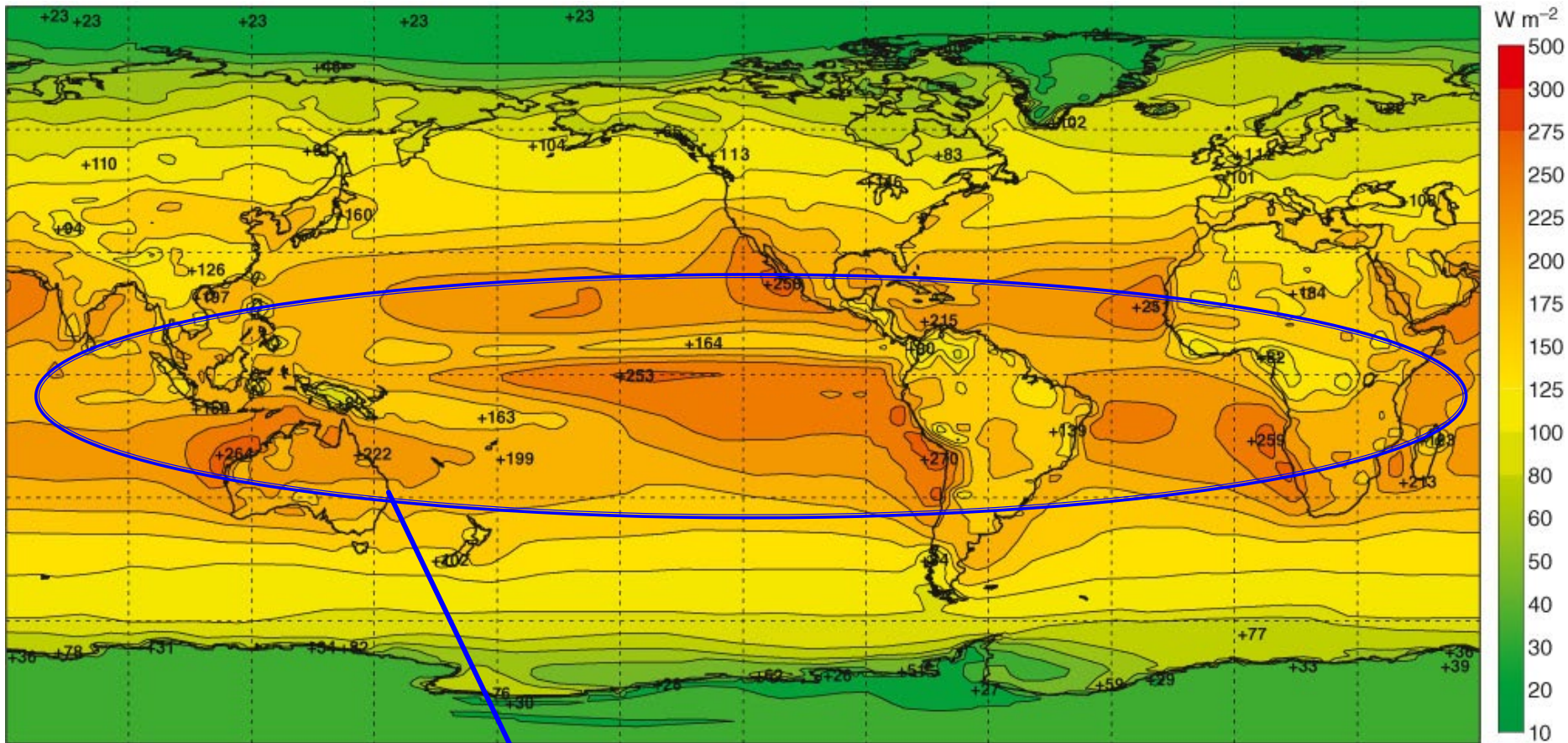
- Variación entre especies
- Saturación a bajas intensidades de radiación

Foto-inhibición



Variación espacial global

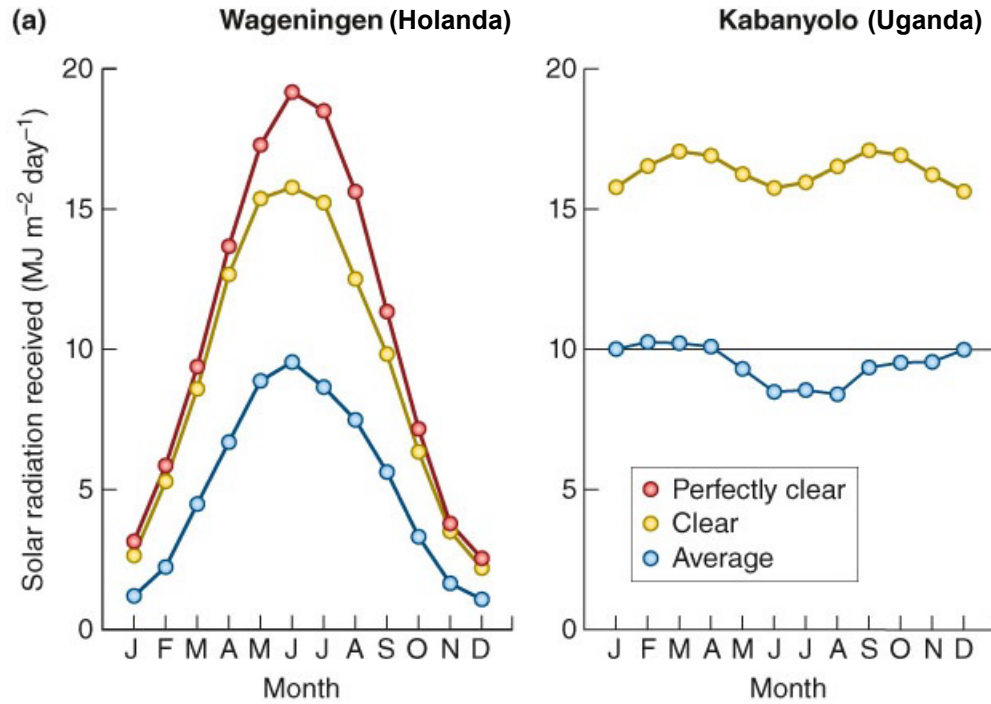
Mapa global de radiación solar absorbida anualmente (W/m^2) en el sistema tierra-atmosfera



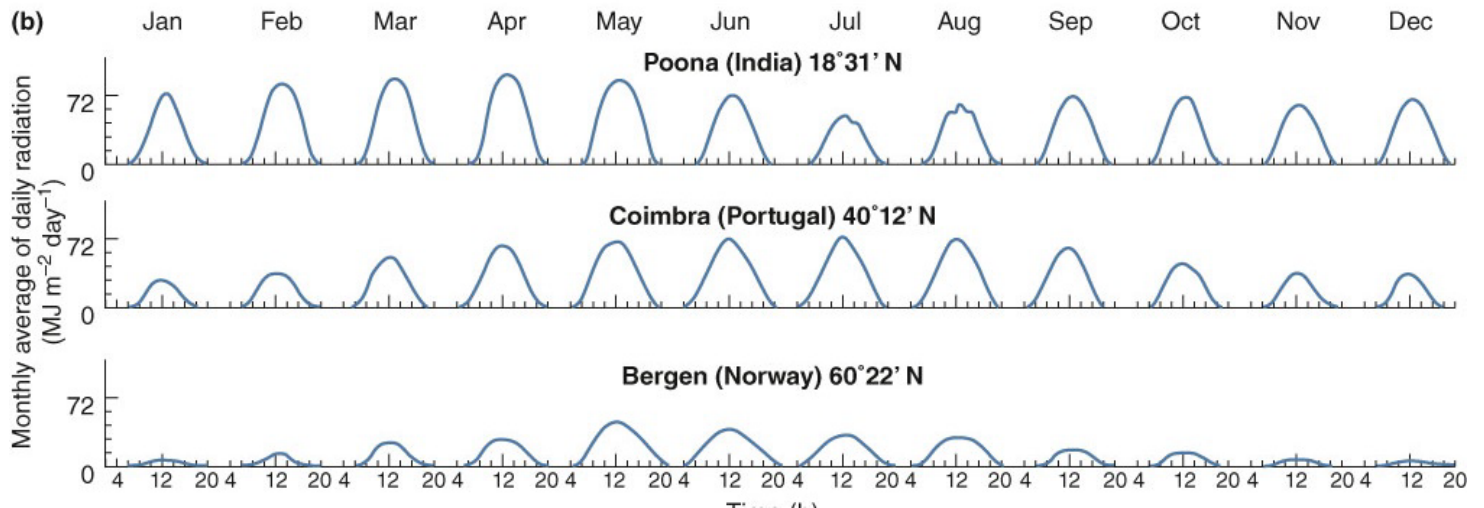
Área de mayor productividad y diversidad vegetal

Variación espacio-temporal (mediana/pequeña escala)

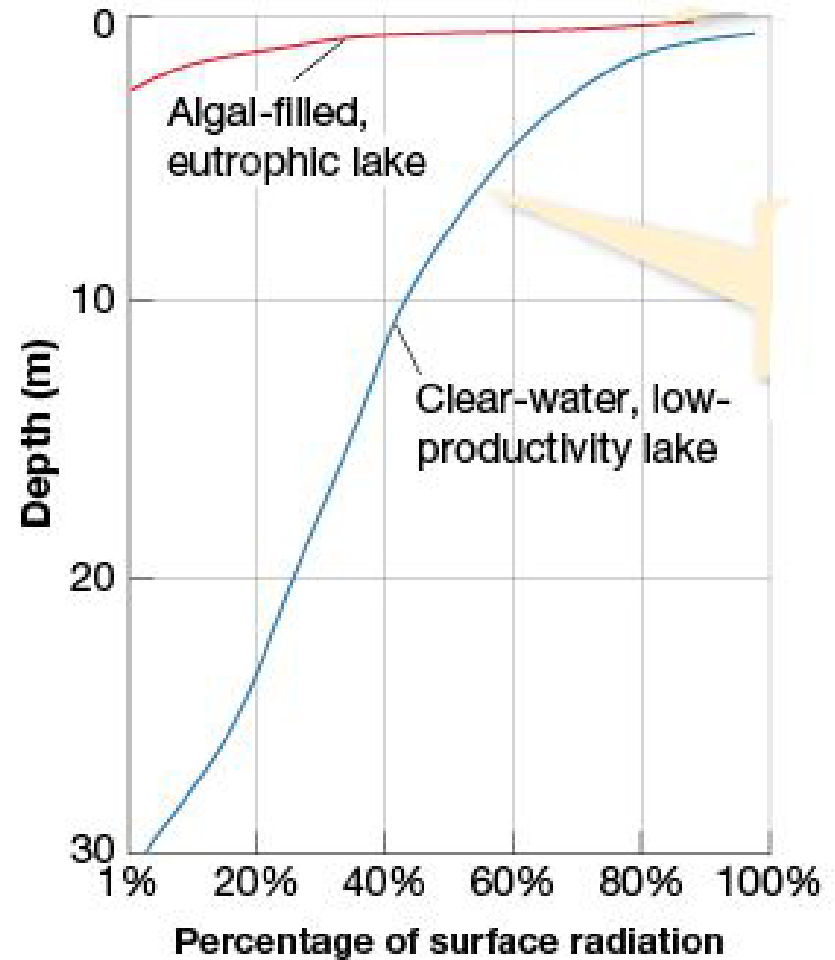
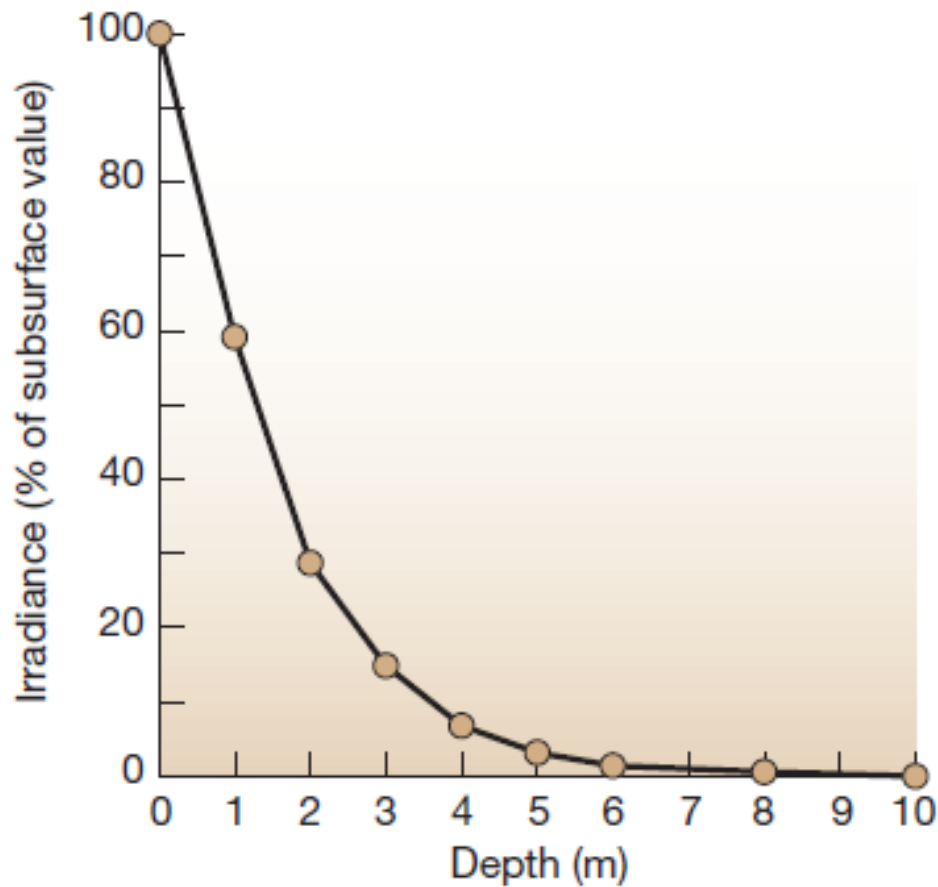
Variación mensual / región



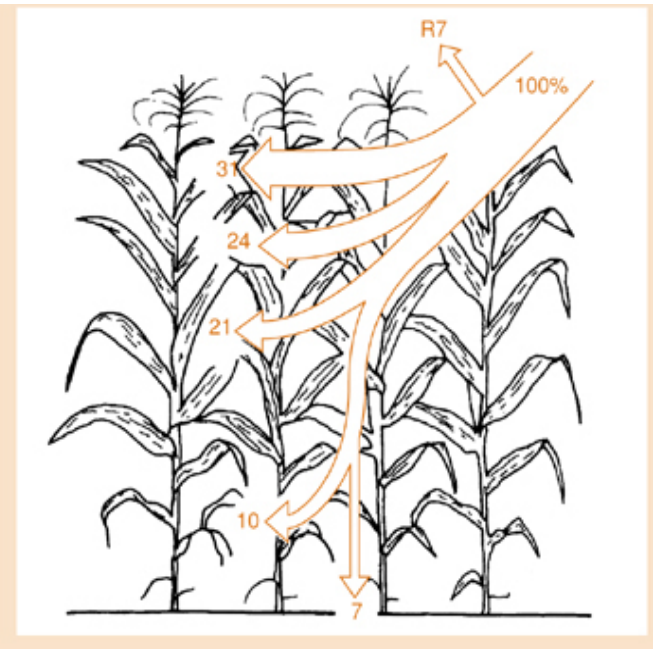
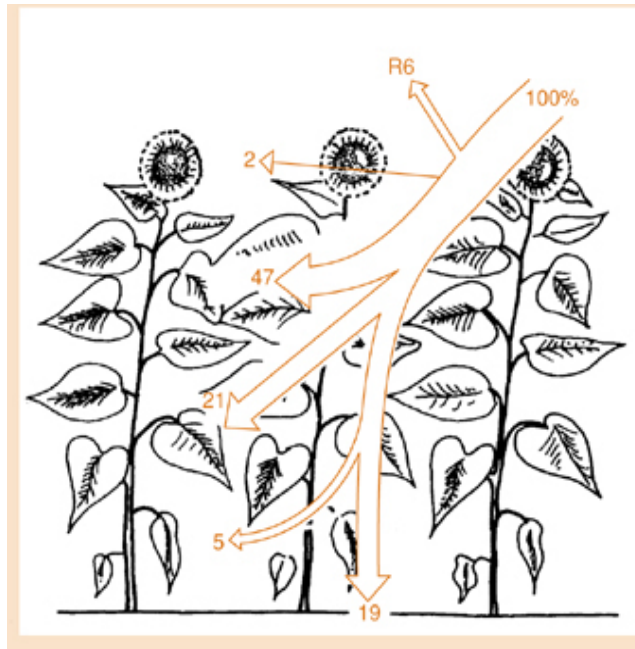
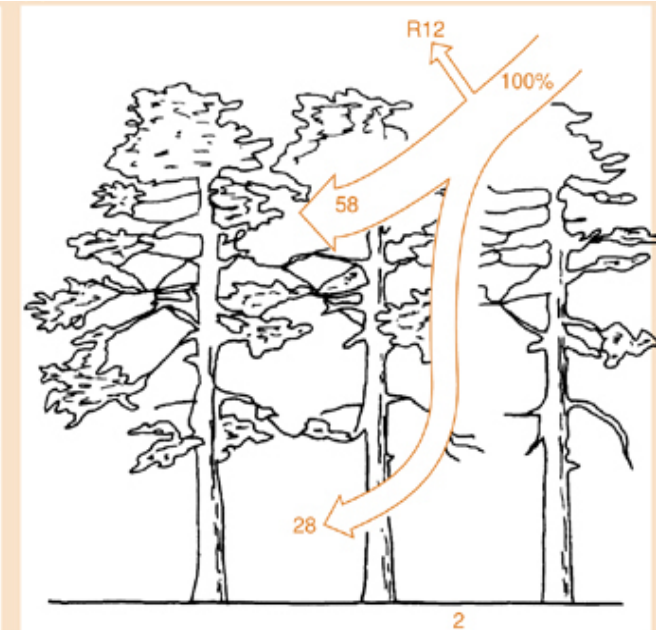
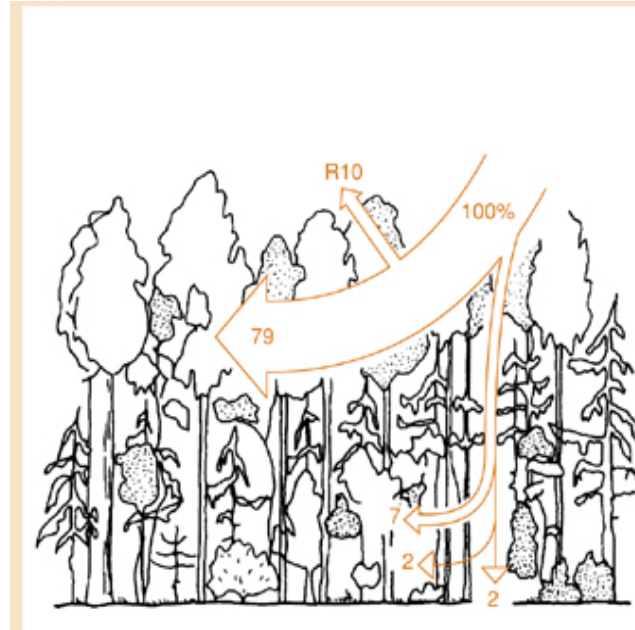
Variación diaria / mes / región



Variación espacial (pequeña escala - profundidad)



Grado de exposición a radiación: dependiendo del tipo de vegetación y posición de las plantas



- Reflejo (reflectancia; R)
- Transmitida
- Absorción (aumento temperatura corporal)
 - Re-radiación

Grado de exposición a radiación: efectos sobre morfología/función de hojas



Hojas de sol

- Gruesas
- Mayor densidad de cloroplastos
- Mayor capa de células



Hojas de sombra

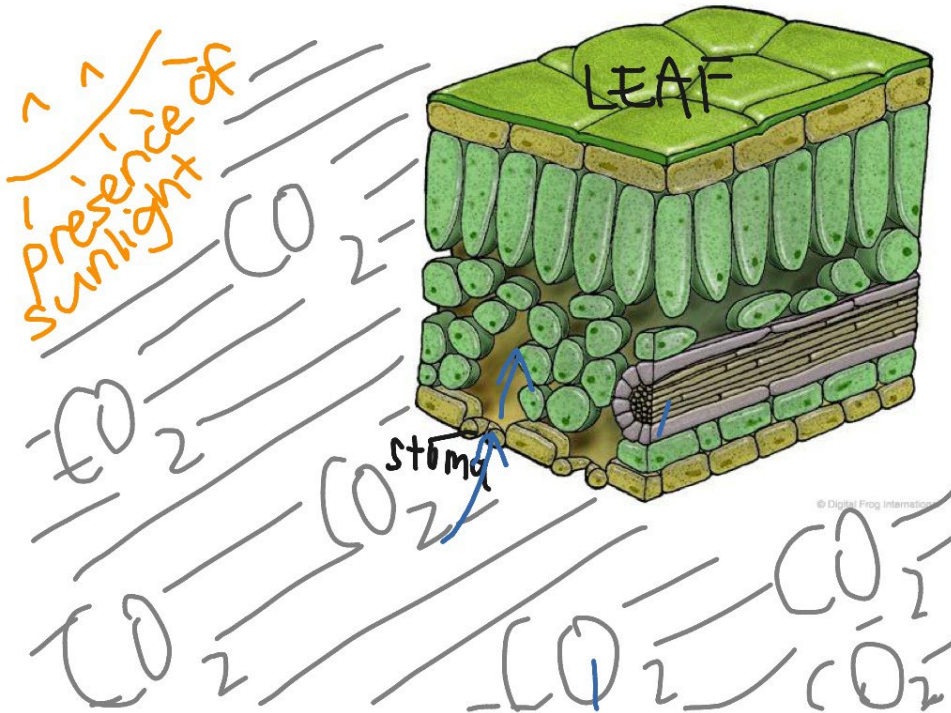
- Más delgadas
- Interceptan radiación difusa y filtrada
- Suplementan fotosíntesis

Dióxido de carbono (CO₂)

- [CO₂]: variación temporal a gran escala



- ← Energía radiante
- ← CO₂
- ← Agua y aniones disueltos
- ← Cationes minerales

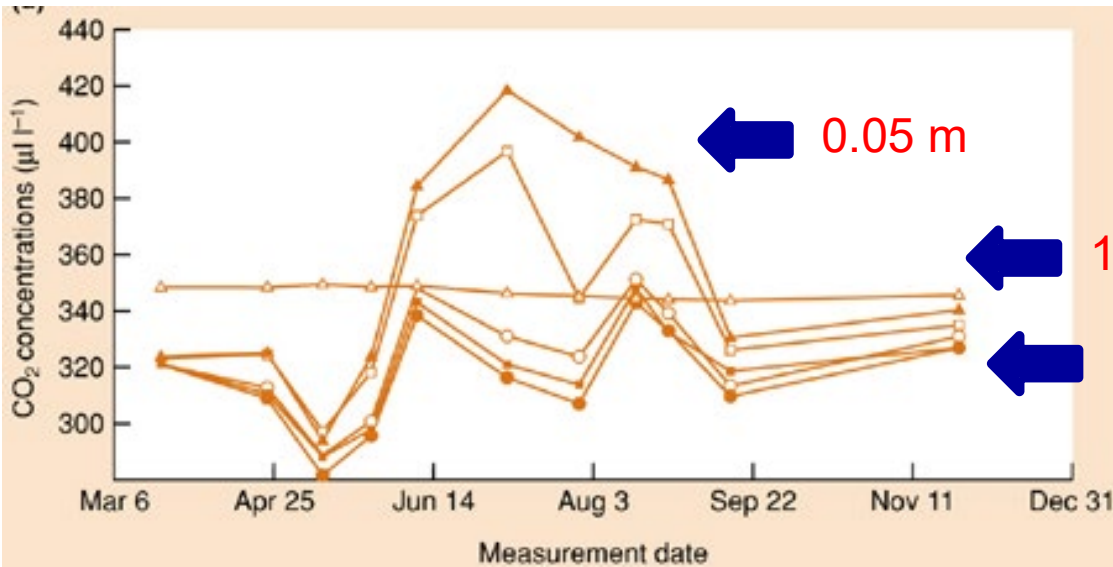


- **Año 1750:** 280 μL CO₂/L aire
- **Actualidad:** > 350 μL CO₂/L aire
 - Aumento 0.4-0.5% por año
- Triásico-Jurásico-Cretáceo [] > 4-8 veces actualidad

[CO₂]: variación espacio-temporal a pequeña escala

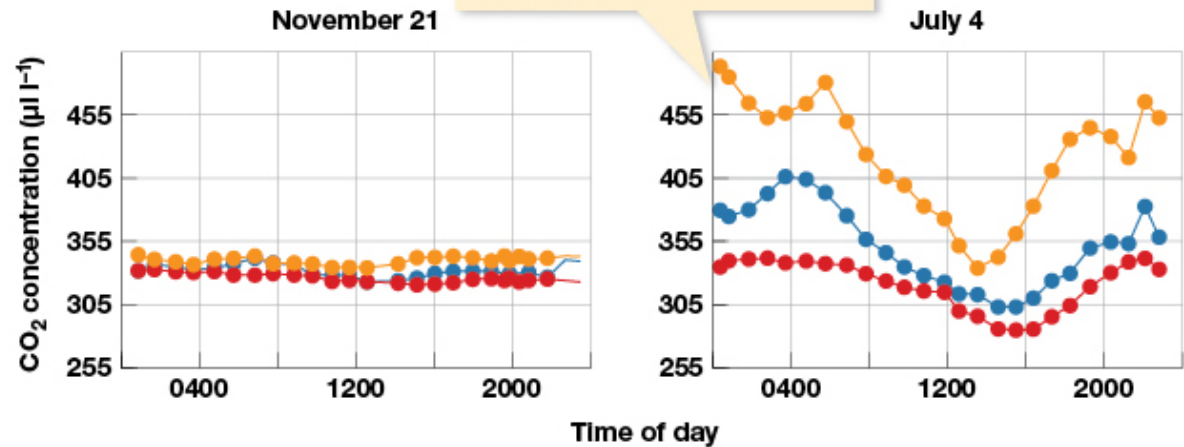
[CO₂]

- Bosque deciduo mixto en Massachusetts
- Medición a diferentes alturas en el bosque



Carbon dioxide concentrations vary much more over a 24-hour period during the summer, with higher concentrations in the canopy due to respiration in the forest soils.

- 0.05 m
- 1 m
- 12 m

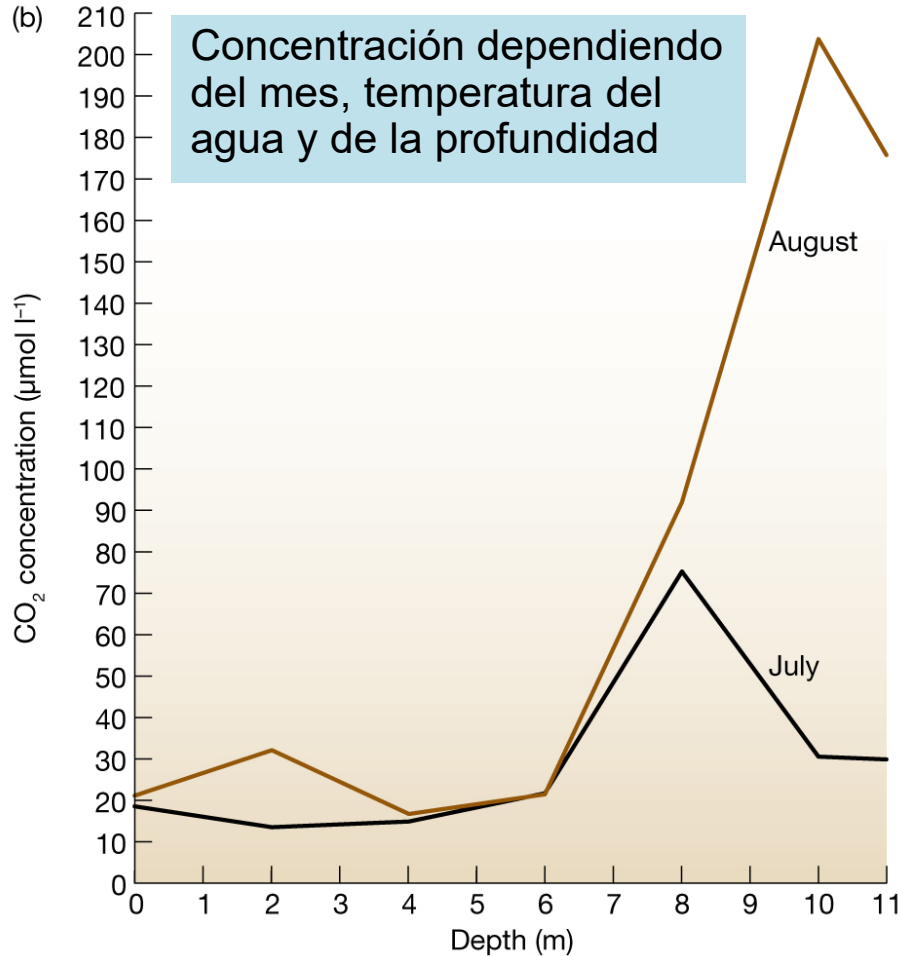


Bazzaz & Williams, 1991.

[CO₂] en el agua

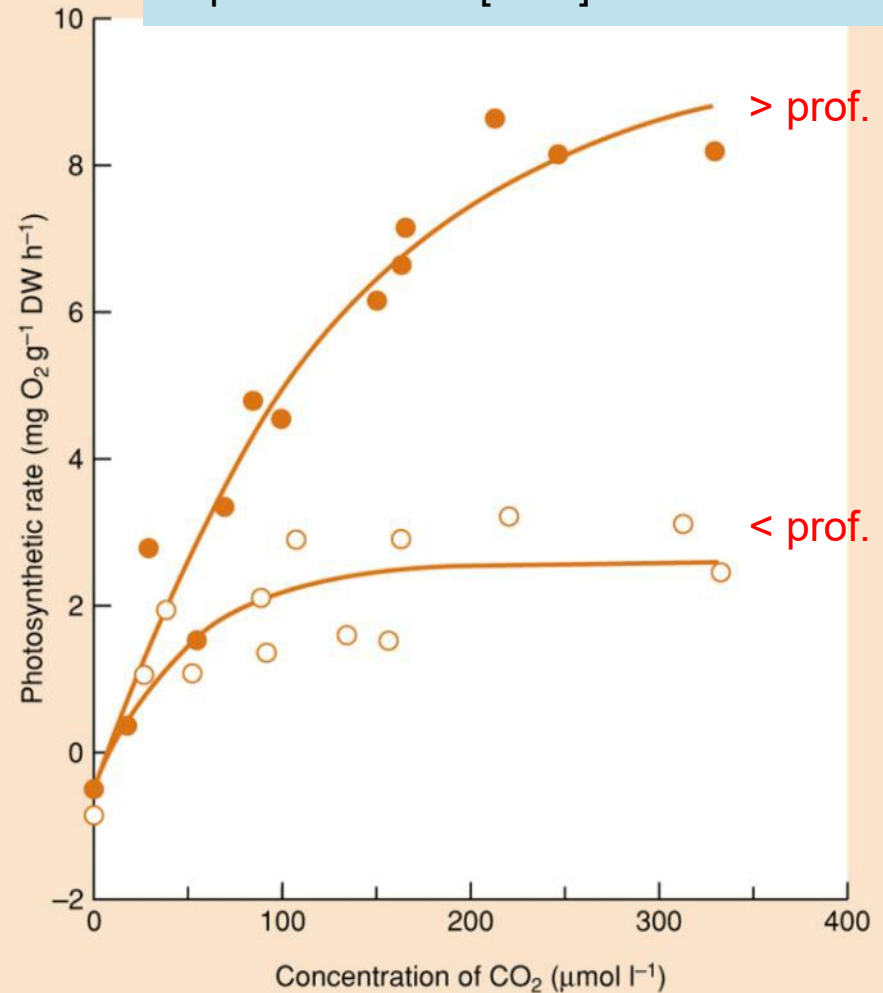
- Variación temporal con la profundidad

Concentración dependiendo del mes, temperatura del agua y de la profundidad



- Su variación (bajo/alto) afecta productividad

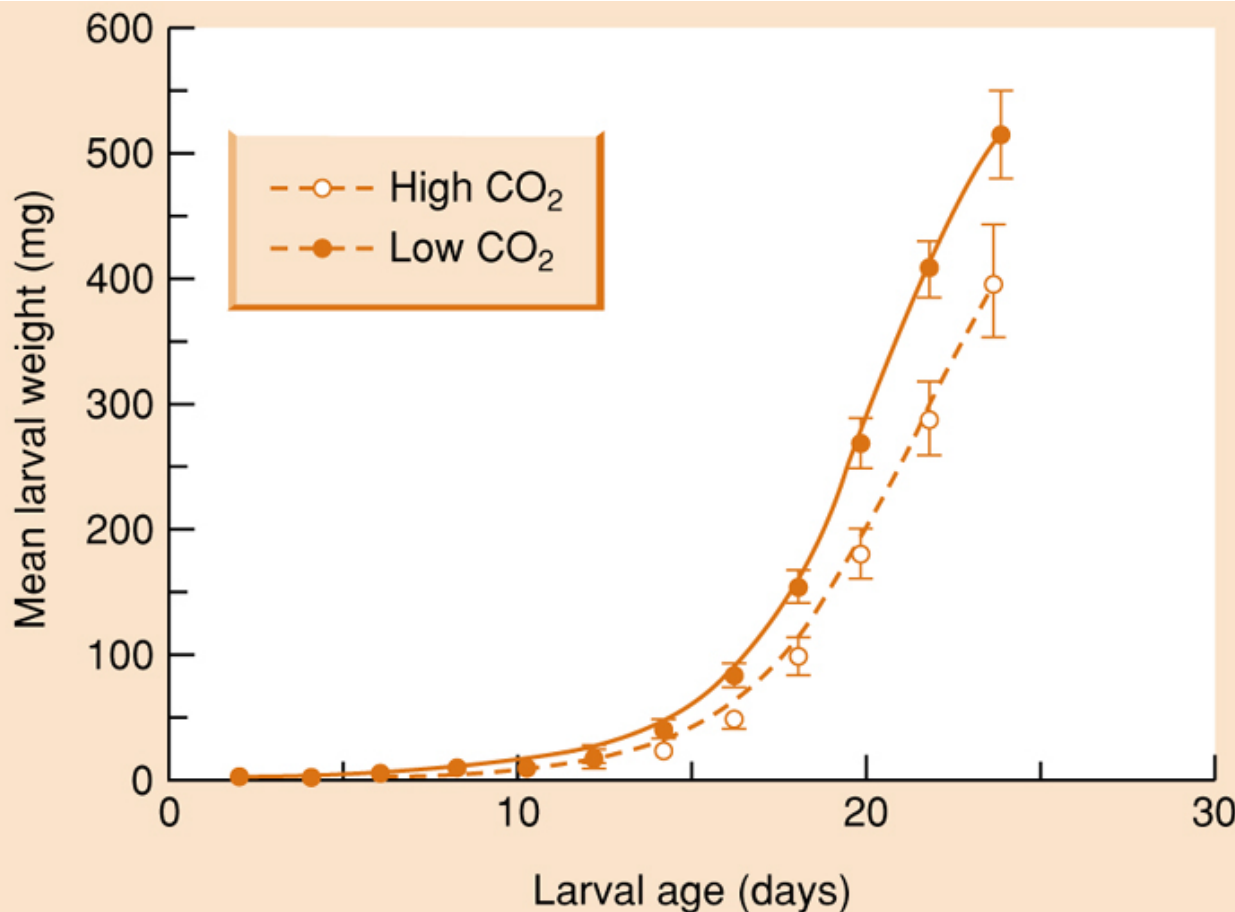
Tasa fotosintética del musgo *Sphagnum* a diferentes profundidades dependiendo de [CO₂]



Consecuencias de alta [CO₂]

➤ Saturación por parte de plantas

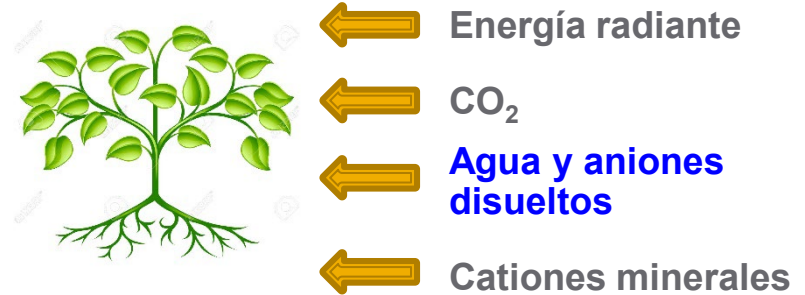
➤ Efecto sobre organismos herbívoros (afectación de niveles de N en plantas y efectos sobre crecimiento corporal herbívoro)



Crecimiento a través del tiempo de la larva de la mariposa *Junonia coenia* alimentándose de *Plantago lanceolata* que ha estado creciendo en un ambiente natural a baja [CO₂] y en uno con alta [CO₂]

Agua

- Necesaria para todos los organismos



- Plantas necesitan del agua para fotosíntesis
 - >> absorción de CO₂ sólo es posible a través de superficies húmedas



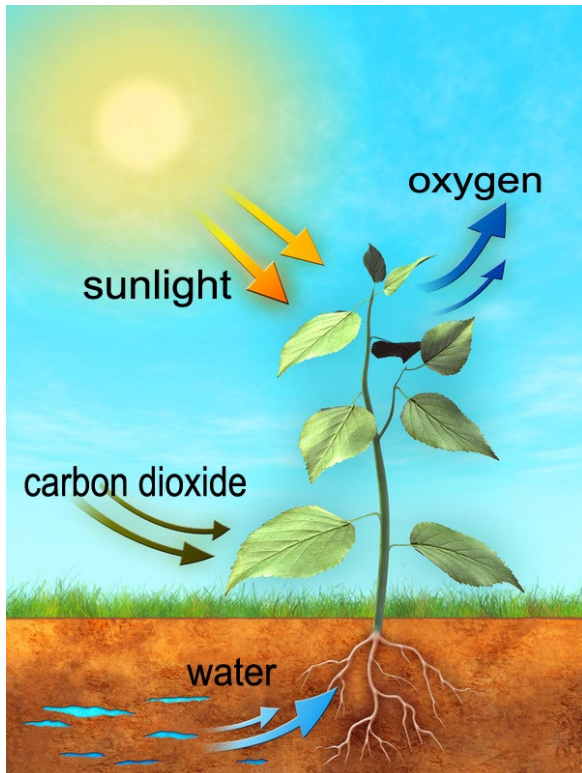
Absorción de CO₂ >> evapotranspiración a través de estomas

- Transporte de nutrientes

- Reducir tasa de evapotranspiración >> cierre de estomas
- >> reducción de tasa de absorción de CO₂ y de fotosíntesis

Disponibilidad de agua

- **Direcciona estrategias de supervivencia** en ambientes limitantes en agua
- En términos fisiológicos >>



¿fotosíntesis?

VS.



¿conservar agua (no transpirar)?

Tres estrategias: frente al stress hídrico

1. Plantas evitadores (e.g. *Bromus fasciculatus*)



2. Plantas tolerantes (e.g. *Acacia*)



2. *Acacia*

3. Otras alternativas fisiológicas (e.g. plantas C_4 [crasuláceas]–cactáceas; CAM – maíz)



1. Plantas evitadoras: plantas anuales en desiertos; hierbas anuales; plantas de cultivo anuales



Erucaria rostrata



Bromus fasciculatus

- Ciclos de vida corto
- Fotosíntesis en épocas en las que pueden mantener balance hídrico positivo; resto del año en como semilla
- Plantas perennes pierden tejidos fotosintéticos en época seca

2. Plantas tolerantes: plantas que resisten sequias sin perder hojas (de larga vida); fotosíntesis lenta

- **No pierden agua, sacrifican absorción CO_2 ; reflejan radiación no FA:** Pelos, estomas en cavidades y restringidos a áreas especializadas de la hoja; superficies serosas

- Plantas con hojas de vida larga que transpiran lentamente. **Mudan durante sequias**
- Plantas con polimorfismo secuencial de hojas (intercambio de hojas dependiendo de la época)
 - ✓ **Agua libre en suelo:** hojas finas divididas de cutícula
 - ✓ **Época seca:** hojas no divididas, pequeñas y de cutícula gruesa (muda). **Espinas**



Acacia



Teucrium polium

- Mayoría de plantas >> C₃
 - ✓ Alta tasa fotosintética >> alta productividad
 - ✓ Despilfarradoras de agua
 - Sufren por la fotorrespiración: vía metabólica derrochadora que ocurre cuando la enzima RuBisCO (ciclo de Calvin) actúa sobre el oxígeno en vez del dióxido de carbono.
 - ✓ Máxima tasa de fotosíntesis a intensidades de radiación relativamente baja
 - ✓ No productivas en áreas áridas

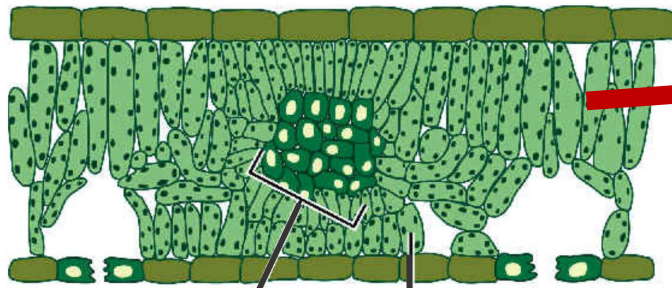
¿Entonces que pasa cuando el ambiente naturalmente es deficiente en niveles de agua disponible?

3. Plantas C₄ – CAM (metabolismo ácido: crasuláceas):

- Económicas en el uso de agua
- Eficiencia en el uso del agua (absorben más CO₂ por unidad de agua perdida)
- Típicas en ambientes áridos y calientes
 - ✓ C₄: ineficientes en lugares húmedos y intensidades de radiación baja

Comparando funcionamiento plantas C₃ y C₄

C₃

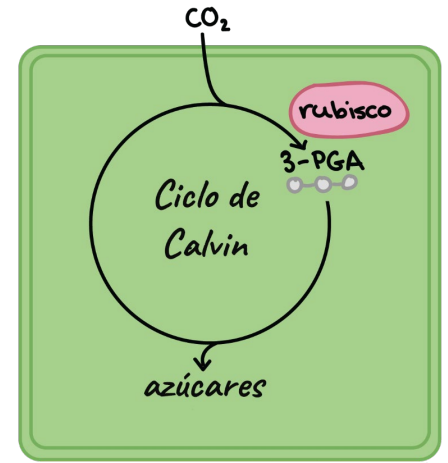


Haces vasculares

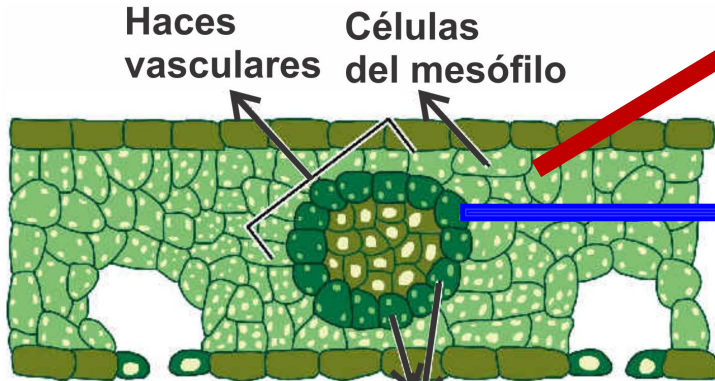
Células del mesófilo

Estoma

Fijación del carbono y ciclo de Calvin en las células del mesófilo



C₄



Haces vasculares

Células del mesófilo

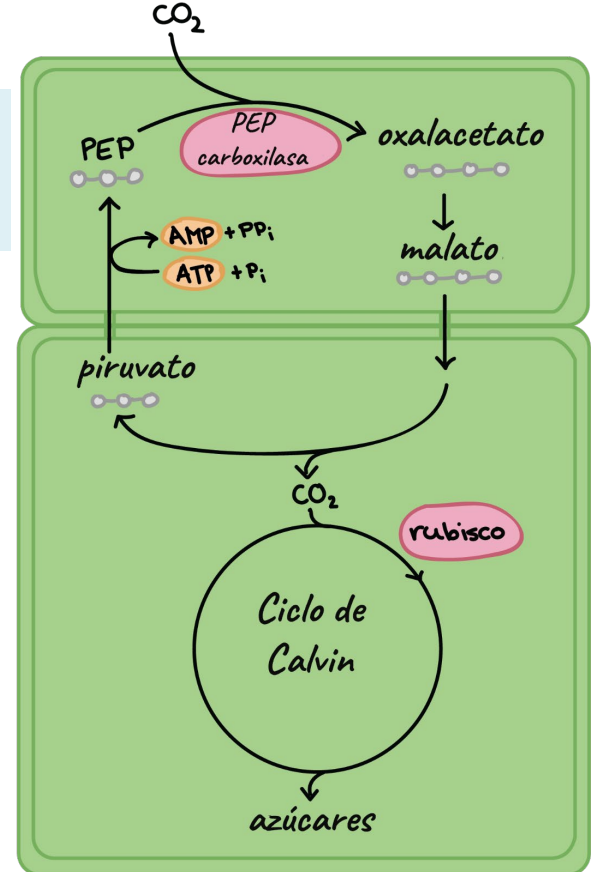
Estoma

Células de la vaina del haz vascular

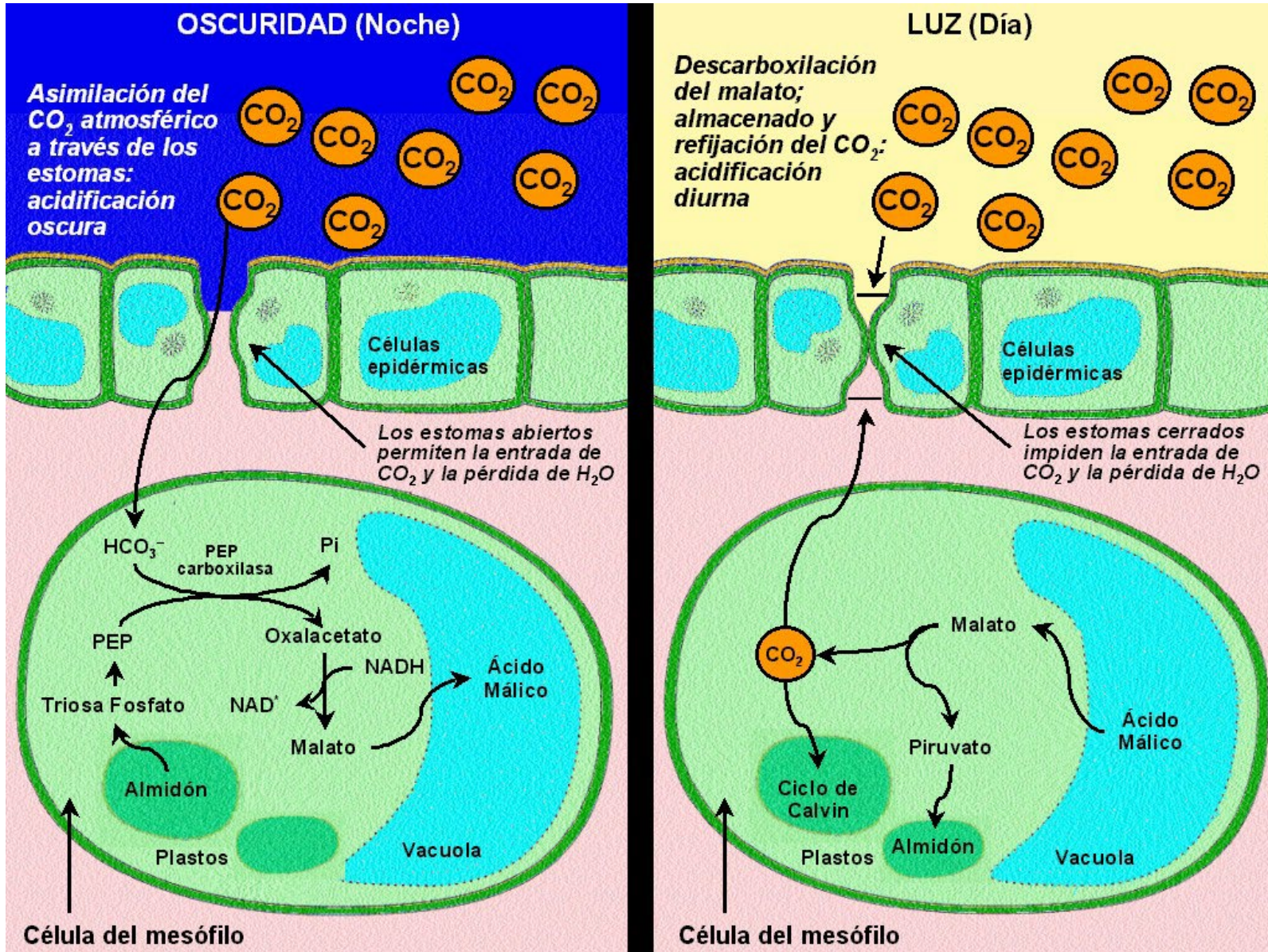
Estoma

Fijación del carbono en las células del mesófilo

Ciclo de Calvin en las células de la vaina



Funcionamiento plantas CAM

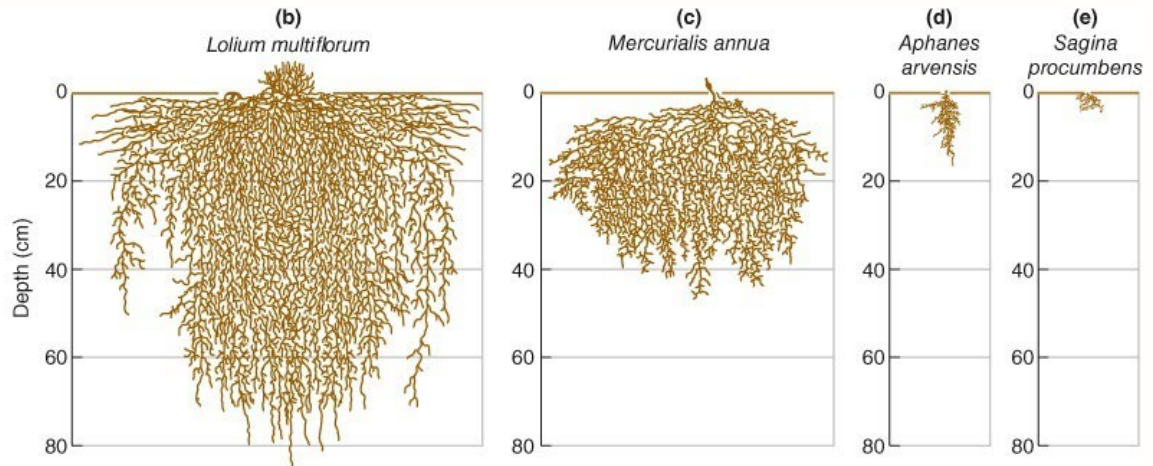


Variación profundidad de raíces en función de disponibilidad de agua

Raíces: sistemas más estructurados (arquitectura) que las partes aéreas

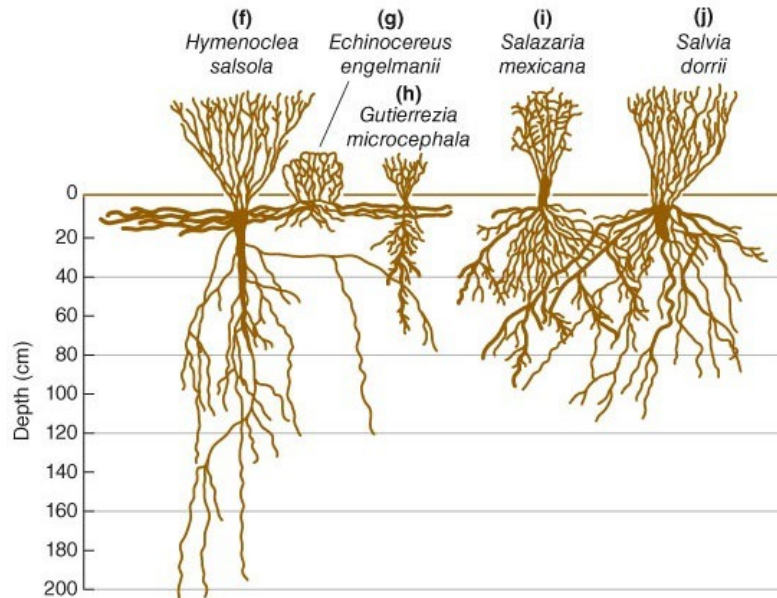
- **Ambientes húmedos o inundados**

- Raíces superficiales (consecuencias si el ambiente se seca)



- **Ambientes secos**

- Raíces pivotantes y profundas (no útiles si la fuente de abastecimiento de agua proviene de aguaceros ocasionales sobre un substrato seco)



Cationes minerales

Extracción del suelo/agua

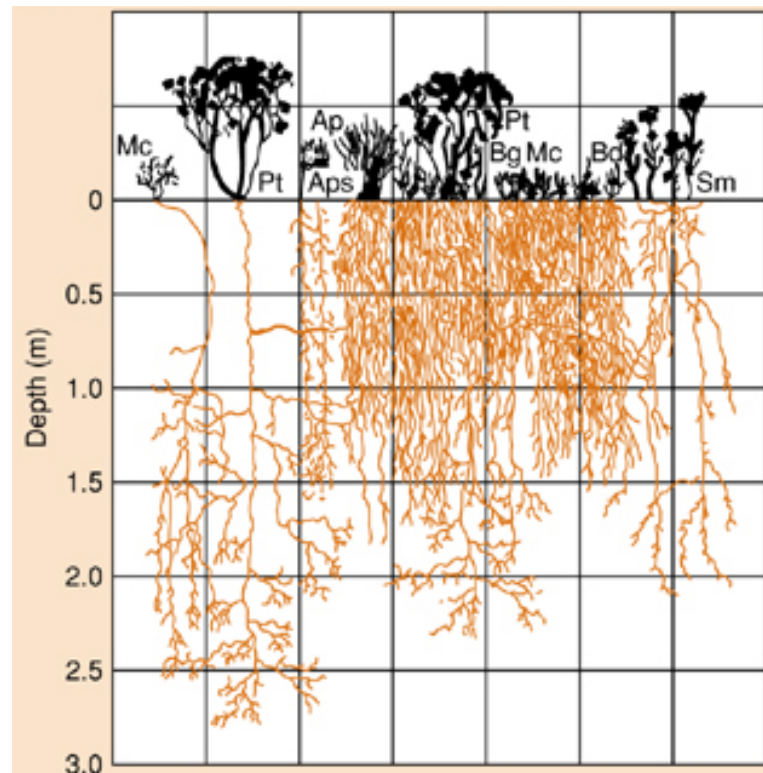
- **N, P, S, K, Ca, Mg, Fe (esenciales)**
- Mn, Zn, Cu, B, Mo



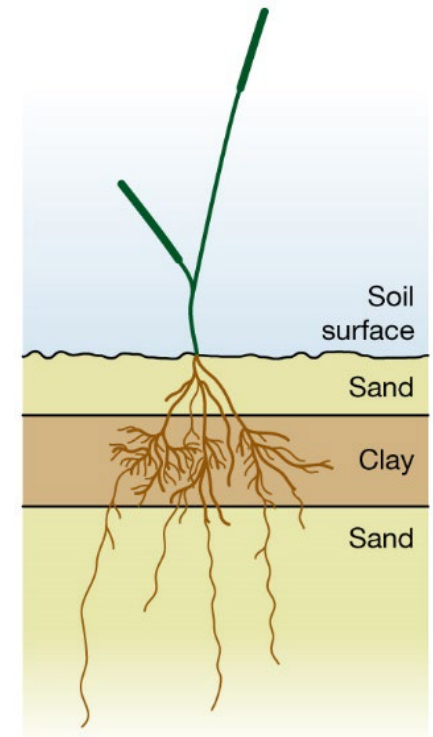
- ← Energía radiante
- ← CO₂
- ← Agua y aniones disueltos
- ← **Cationes minerales**

Suelos desiguales y heterogéneos

- Estrategias diferentes de obtención de minerales: **raíces = forrajeadores**
- Crecimiento diferencial de raíces horizontal y vertical
- Ramificación en las partes más ricas del suelo (agua y nutrientes)



**Crecimiento vertical:
exploración vs. explotación**



**Crecimiento horizontal:
explotación**

Interacción fuerte entre forrajeo agua-nutrientes

- Limitación en recursos agua y nutrientes
- Cambios en estructura raíces

Suelos pobres en agua disponible

- No crecimiento de raíces: nutrientes no explotados

Suelos pobres en minerales esenciales

- No crecimiento de raíces: no llegar a estratos del suelo con agua

Interacción entre nutrientes

- e.g.: pobreza en N (NO_3^{-1} - nitrato) limita crecimiento de raíces ~ planta no “forrajea” en áreas con disponibilidad de PO_4^{-3} (fosfato)

Interacción fuerte entre forrajeo agua-nutrientes

- Disponibilidad de nutrientes esenciales
 - ✓ Cambios en estructura raíces
 - ✓ Generación de competencia

NO_3^{-1} : difusión (movimiento) rápida en solución del suelo

- Nitratos percolan rápido (dependiendo del tipo de suelo) ~ llevados lejos de las raíces

PO_4^{-3} : difusión lenta en solución del suelo

- Fosfatos retenidos cerca de raíces o quedan lejos

Resultados en morfología de raíces

- Obligan a altos niveles de desarrollo y crecimiento de raíces horizontal y vertical (competencia entre plantas)
- Plantas con tasas de transpiración rápida y alta “forrajean” más N
- Suelos pobres en PO_4^{-3} ~ activa ramificación de raíces