

La luz como factor ecológico

Fernando Valladares

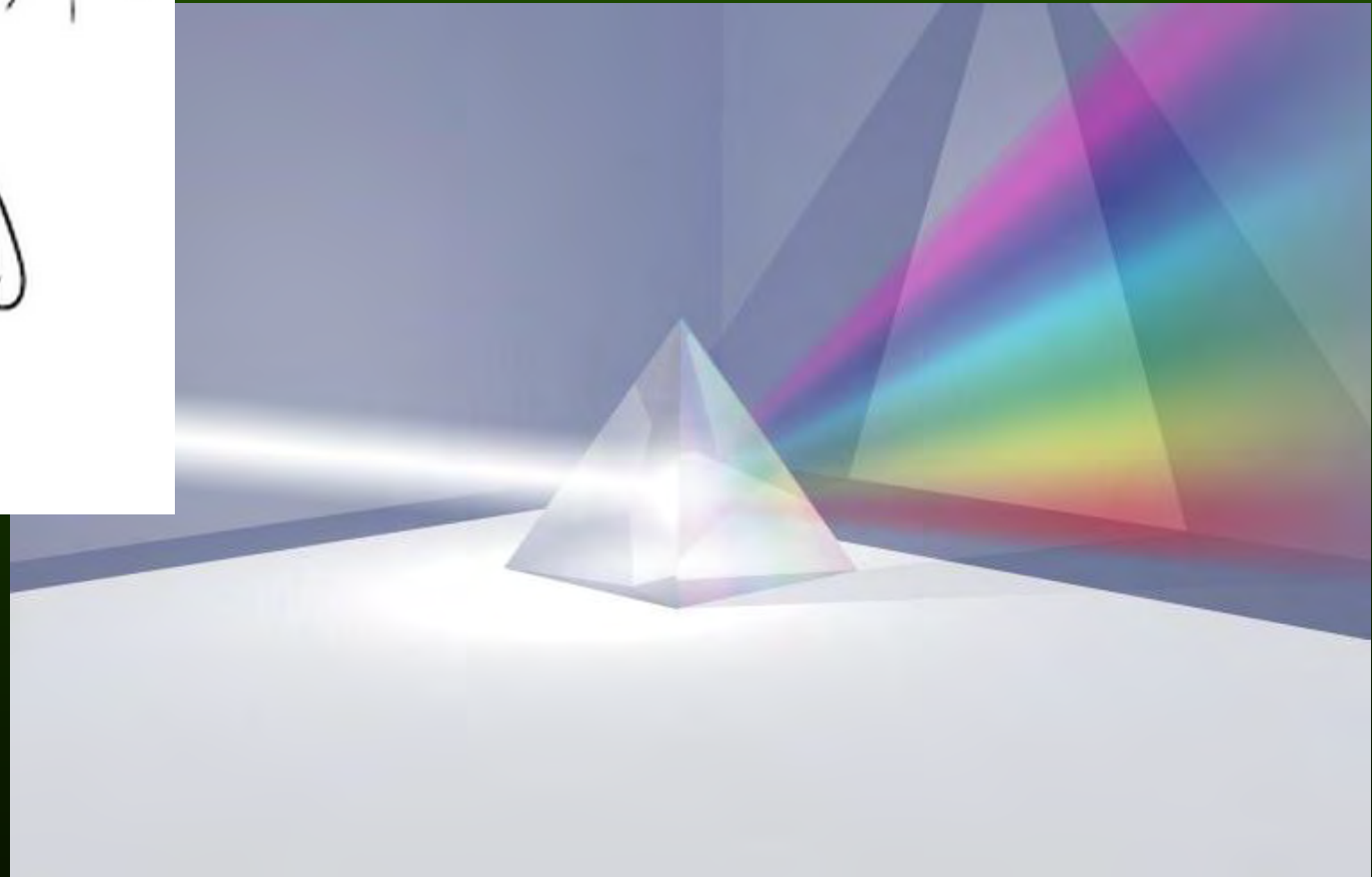
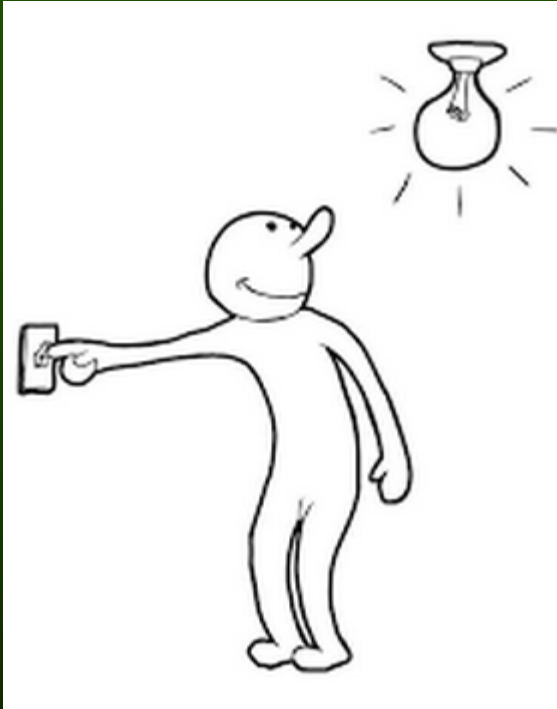


Universidad
Rey Juan Carlos

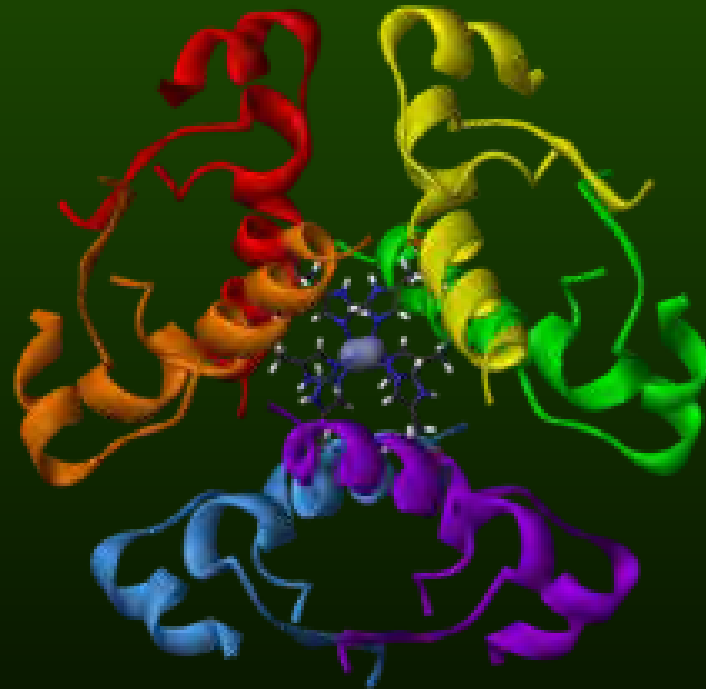
La ecología, una ciencia que pone las cosas en contexto, que establece conexiones entre componentes y factores



LUZ es un término no científico pero muy útil para entendernos



La luz nos afecta como parte del ecosistema que somos, pero tambien a nivel individual, como organismos cuyas hormonas, cuyo ciclo vital, cuyas vitaminas dependen de ella



Dormirse con la televisión encendida o la persiana sin bajar engorda.

¿Por qué? Según Ahmad Agil, de la Universidad de Granada (*Journal of Pineal Research*), la exposición a la luz artificial durante la noche mientras dormimos reduce los niveles de melatonina, una hormona que se libera durante la noche para regular los ritmos circadianos y que posee un potente efecto antioxidante y antiinflamatorio. Y nos protege de alteraciones que provocan obesidad y diabetes.





INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

AÑO INTERNACIONAL DE LA LUZ 2015



INICIAR SESIÓN

Presentación

Sobre IYL 2015 +

Noticias y Sala de Prensa

Actividades +

Proyectos Relacionados +

Enlaces



Ceremonia de apertura IYL2015, París 19 de enero

Ceremonia de apertura IYL2015. París (Francia) del 19 al 20 enero 2015. ...más



Ceremonia de apertura
IYL2015, París 19 de
enero



El Parlamento Español
aprueba beneficios
fiscales para IYL2015



III Reunión Comité
Nacional del CE AIL.



La CRUE se adhiere a la
celebración del Año de
la Luz



DÍAS INTERNACIONALES

Semanas, años y decenios

Las Naciones Unidas tienen un amplio calendario de celebraciones de días, años y decenios con el objetivo de promocionar internacionalmente una temática que sea de interés para la mayoría de países y que contribuya al desarrollo de la cooperación internacional.

Los criterios de selección están recogidos en la resolución [E/1980/67](#) , y entre ellos figuran, que la temática sea de interés prioritario en las esferas políticas, social, económica, cultural y humanitaria o de derechos humanos; que afecte la mayoría de los países, y que pueda aportar soluciones.



La luz es

1. Energía (inversamente proporcional su longitud de onda)
2. Velocidad

La luz es

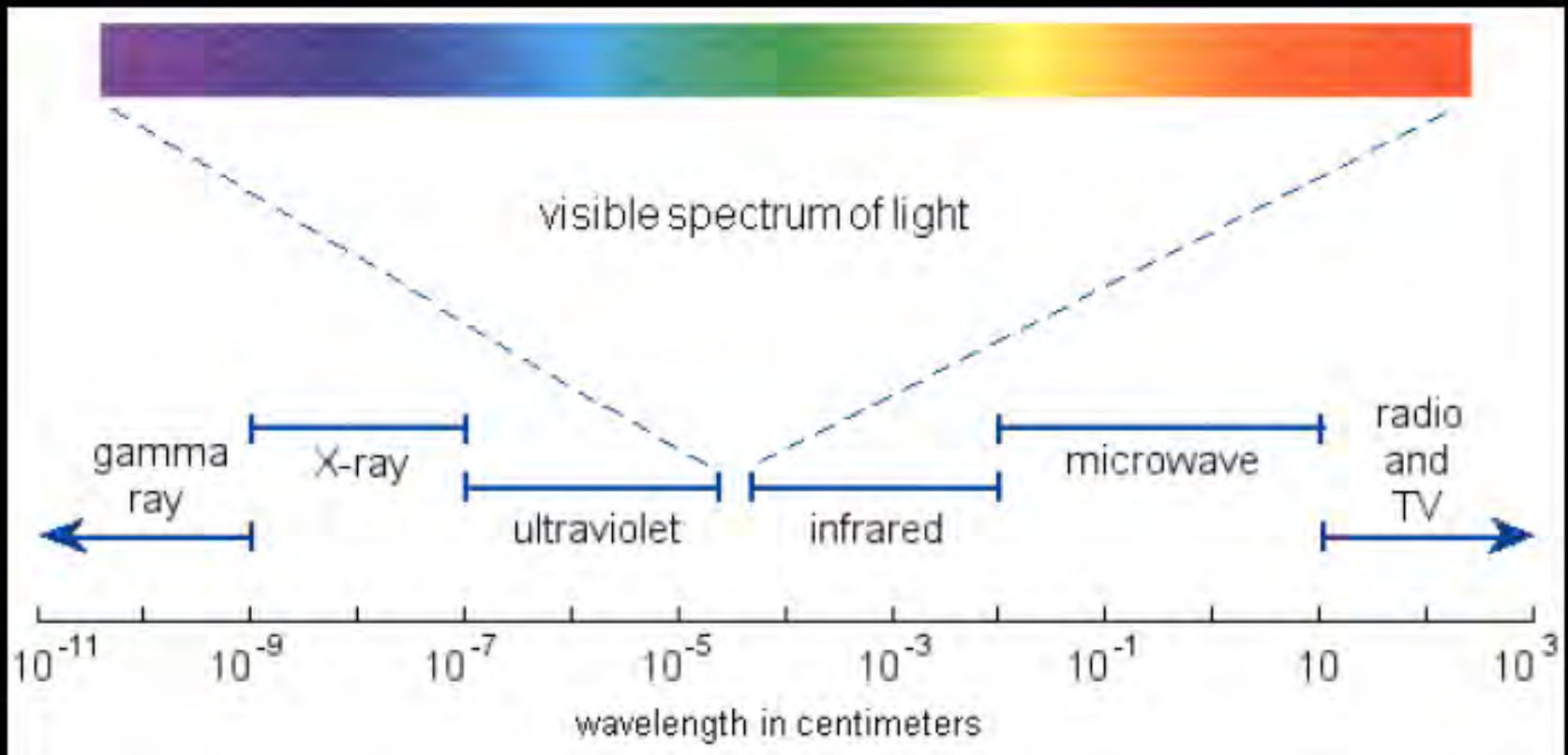
1. Onda (se mide en unidades de energía)
2. Corpúsculo (se mide en cuantos o fotones)... sin masa!

La luz se mide

1. Intensidad (cantidad, energía)
2. Calidad (espectro)
3. Direccionalidad (polarizada, directa, difusa)

El espectro de la radiación solar

Ondas y colores

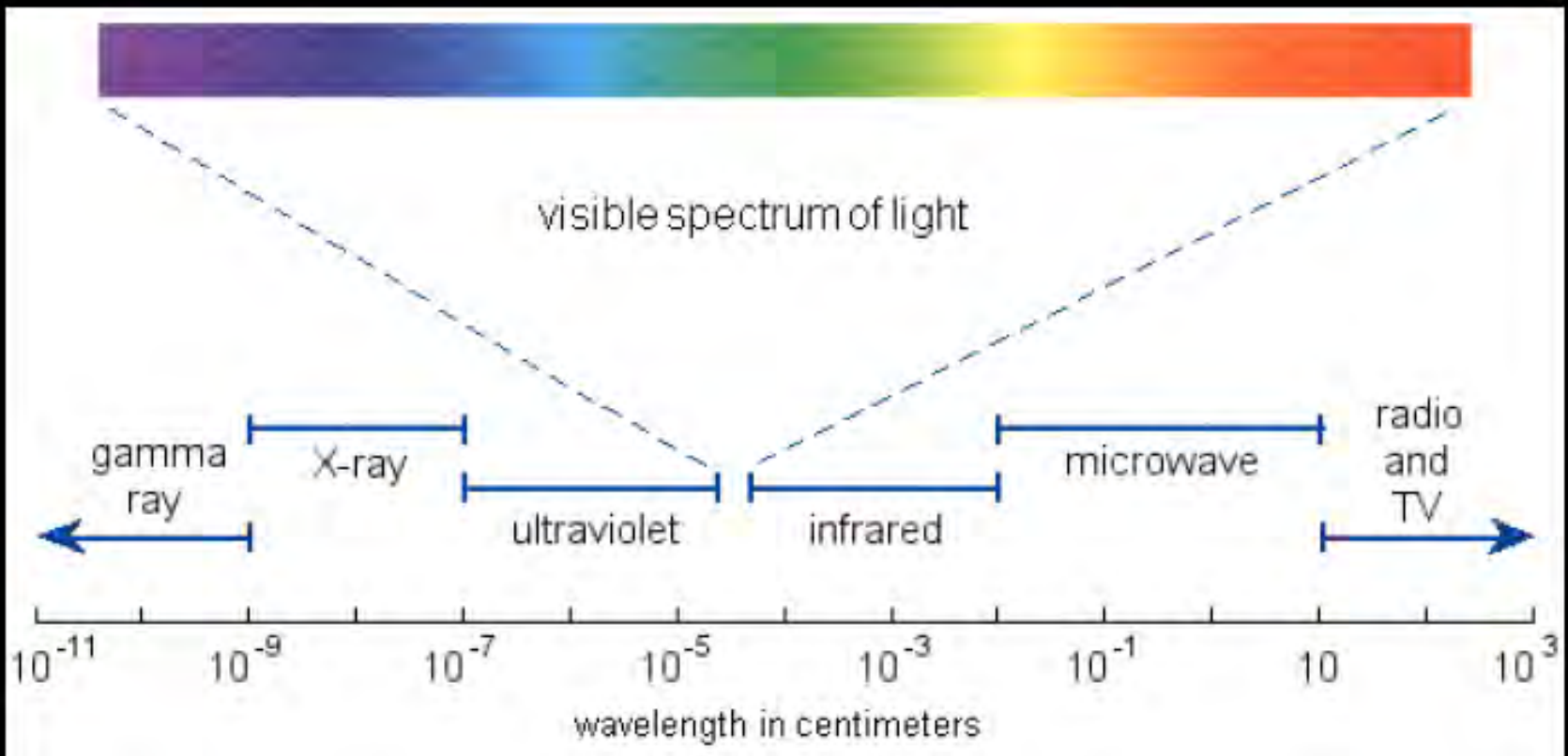


La “luz” coincide con el PAR
o la radiación que usan las
plantas

¿ por qué?

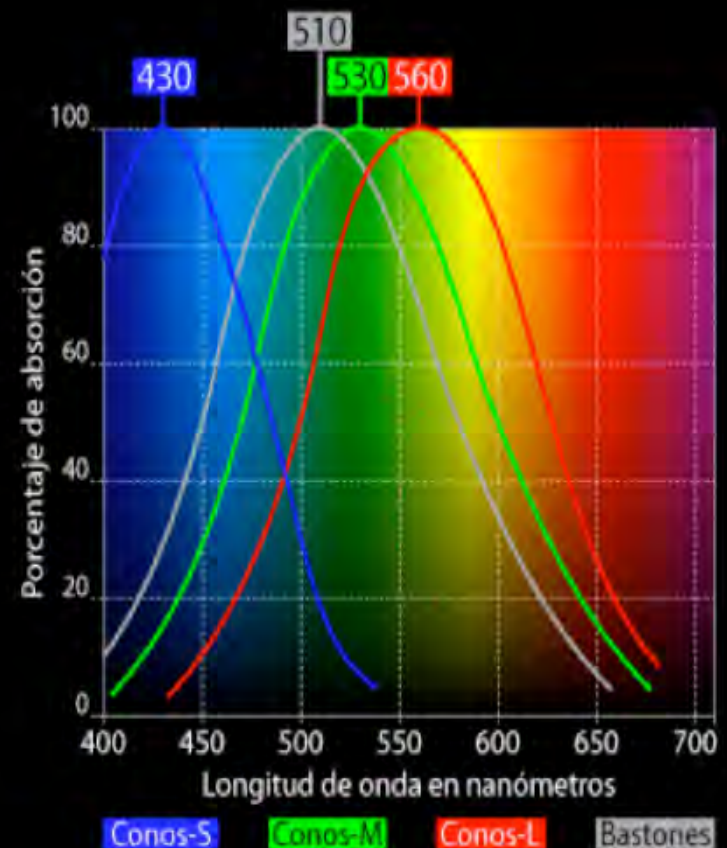
Dos explicaciones

1. Porque 400 -700 nm contiene suficiente energía (y no demasiada)
2. Porque es una radiación muy abundante



¿ Qué es lo que vemos ?

- El ojo utiliza los fotorreceptores
En humanos (4):
 - Conos (3 tipos = colores)
 - Bastones (1 = gris)
- La sensibilidad espectral de los 3 conos proporciona la base de la visión en color. 3 canales visuales.
(Teoría Tricromática)
- Cada observador (grupos de especies)
VE el **COLOR** de forma diferente

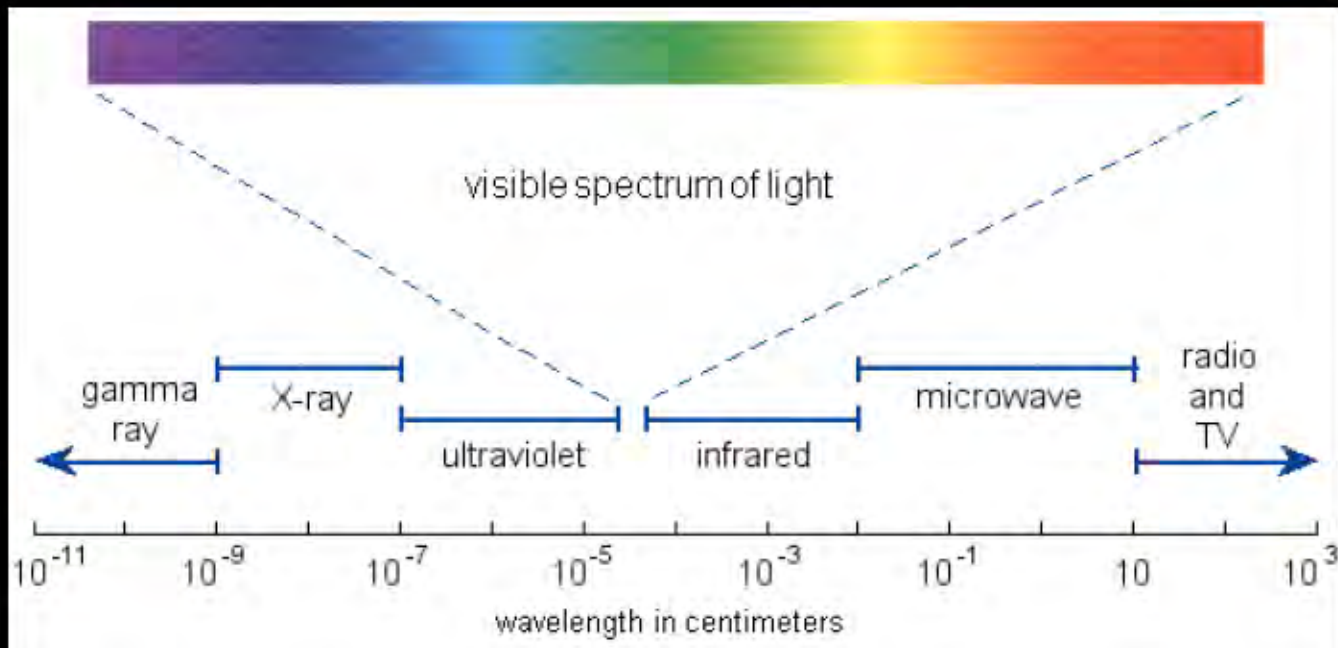


Las plantas son verdes y
nosotros vemos muy bien en
la zona del verde

¿ por qué?

Dos explicaciones

1. Las plantas absorben el azul y el rojo para la fotosíntesis
2. La radiación reflejada de las plantas nos indica muchas cosas de su salud y valor nutricional



Luz polarizada

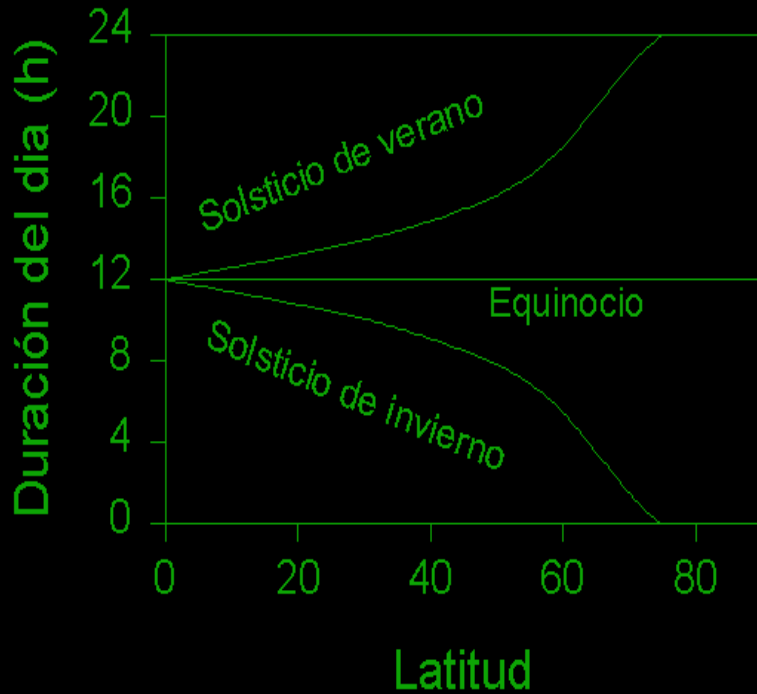
- Nosotros no la vemos (gatos y perros si)
- Las abejas y las hormigas la utilizan para encontrar su camino de retorno
- Los murciélagos tambien
- Y las tarántulas...



La luz es imprescindible
para la fotosíntesis

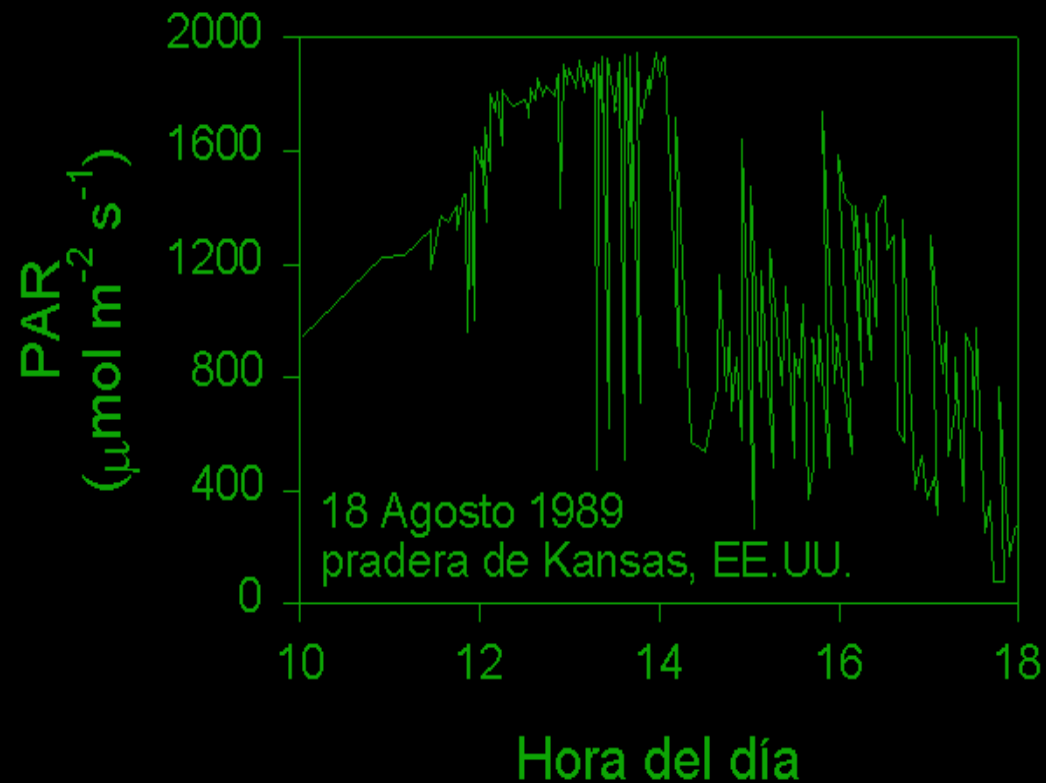


Factores geo-climáticos que afectan a la intensidad de la radiación

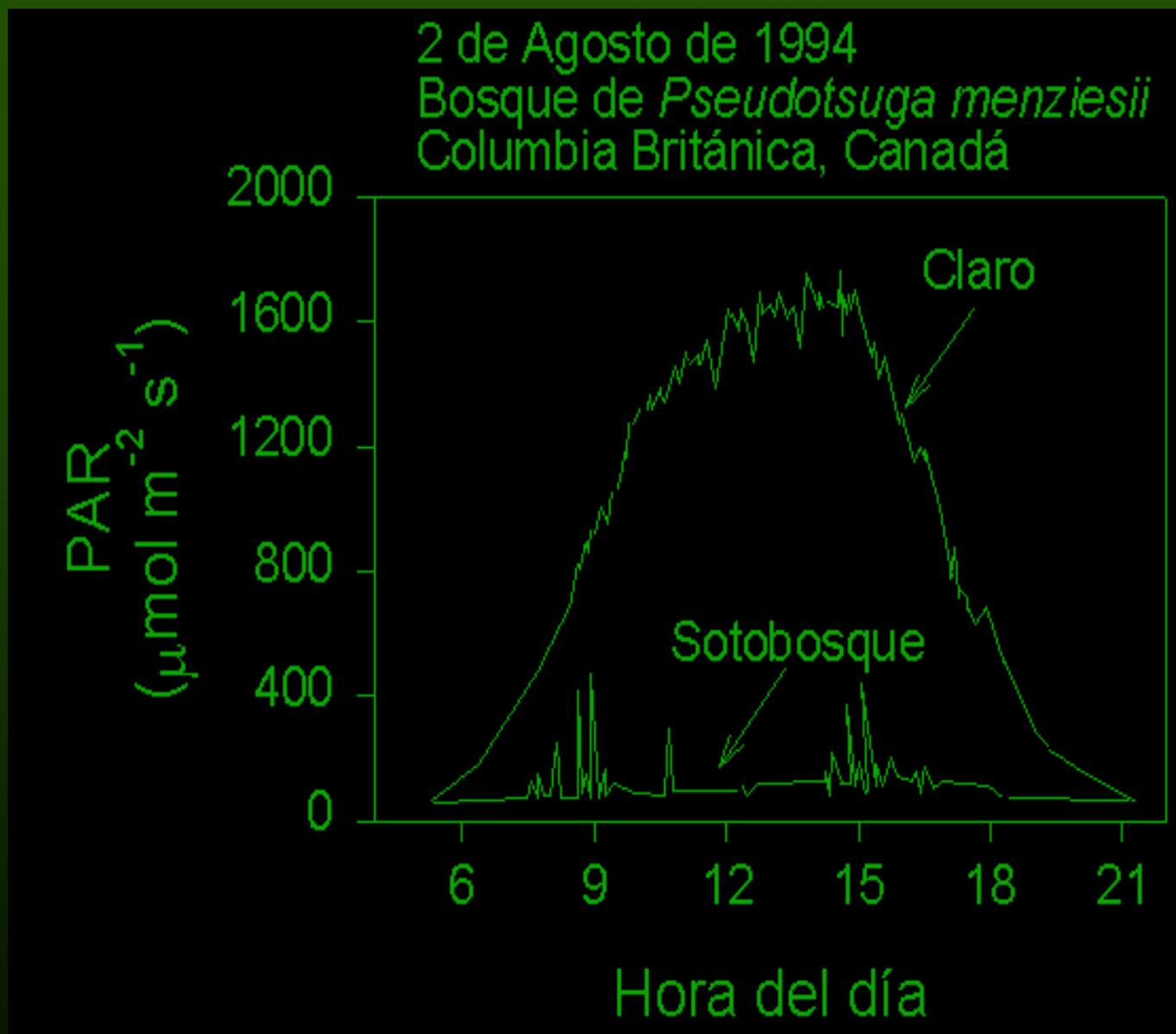


Latitud y estación del año

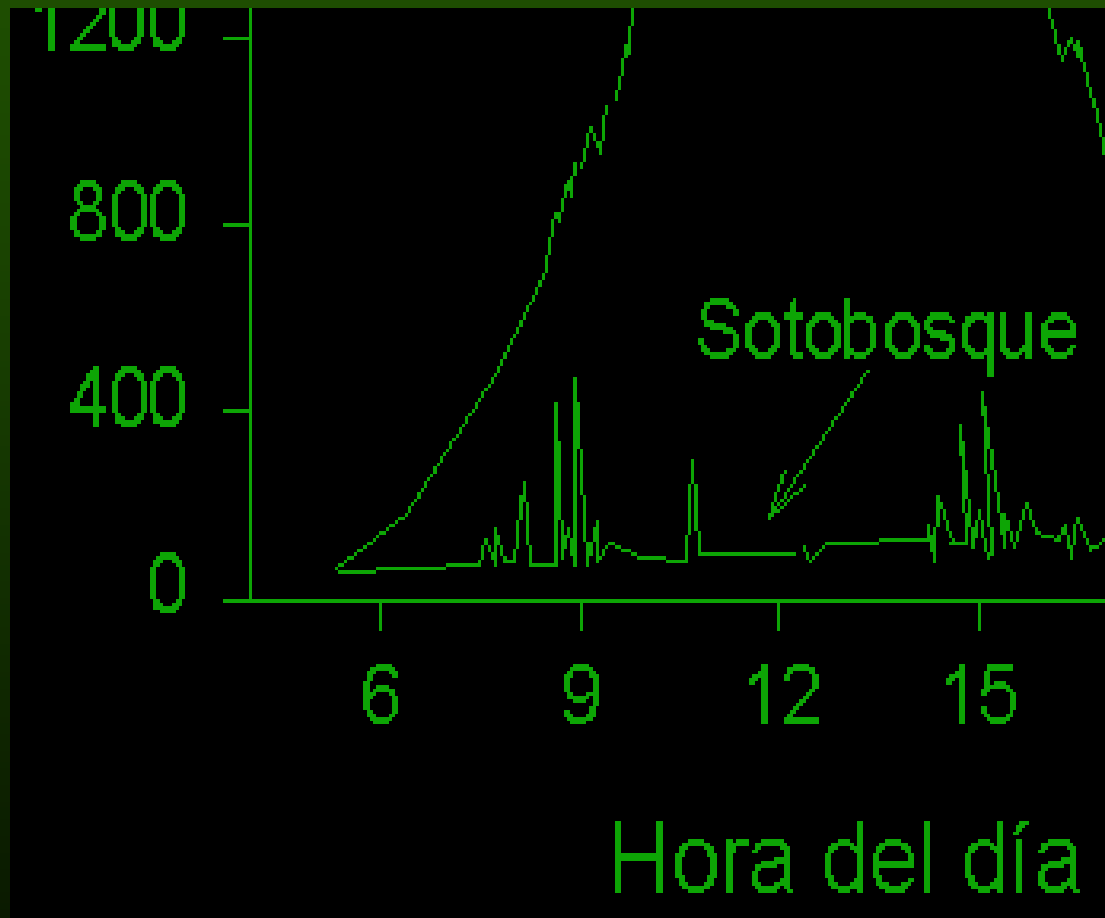
Nubosidad



Hora del día y presencia de vegetación



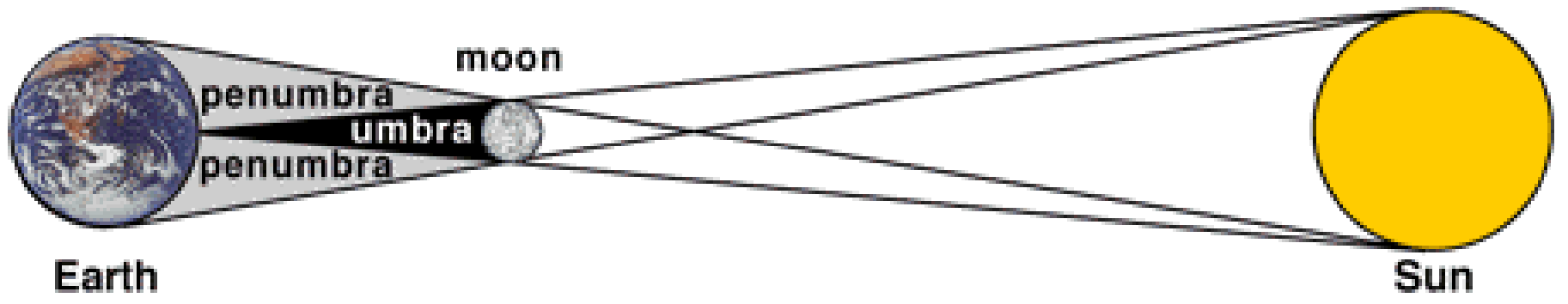
¿Por qué los “sunflecks” o destellos de sol no tienen la intensidad máxima?



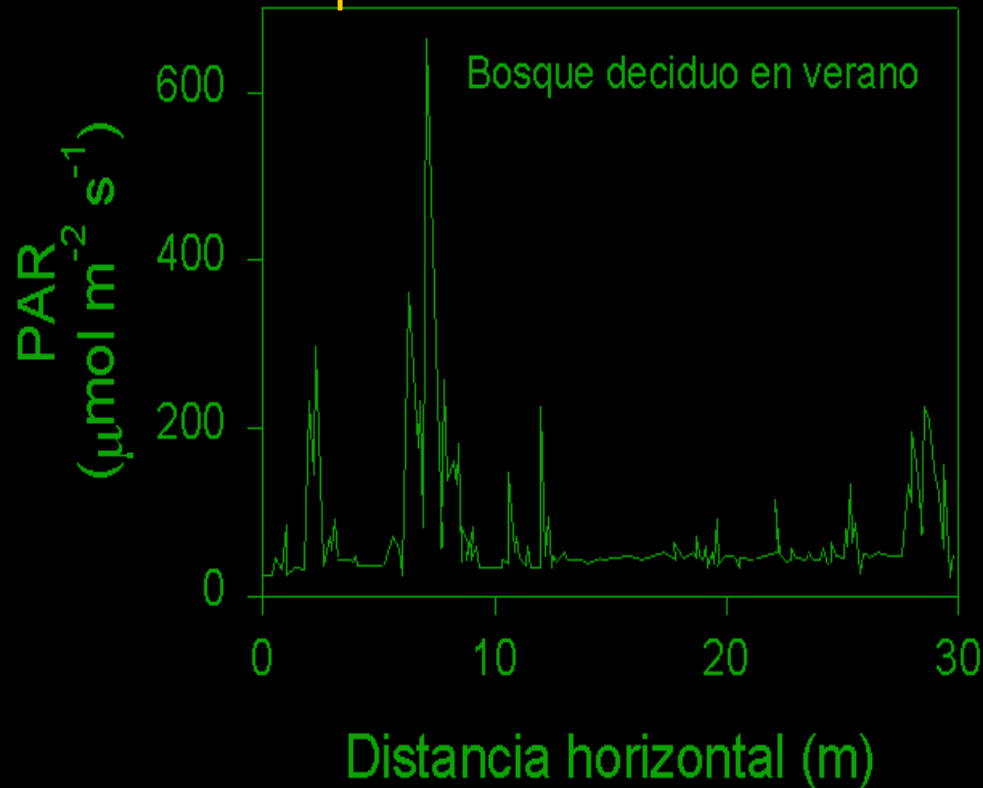
El sol no es un punto, es un disco,
tiene dimensión.

Concretamente 0.5 grados desde el observador para verlo entero

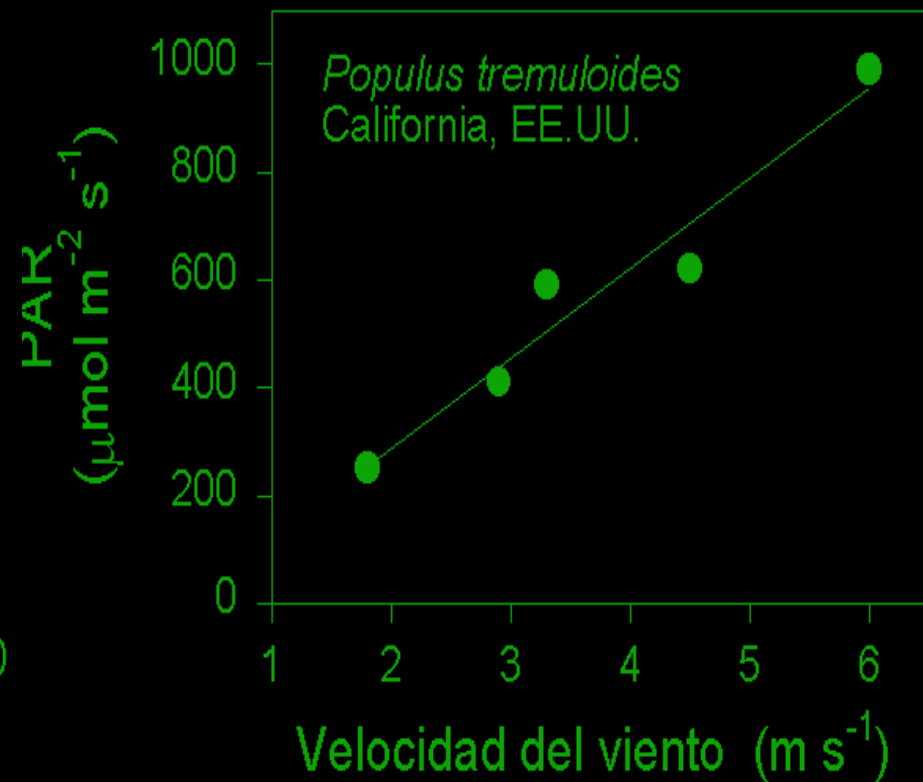




Heterogeneidad espacial

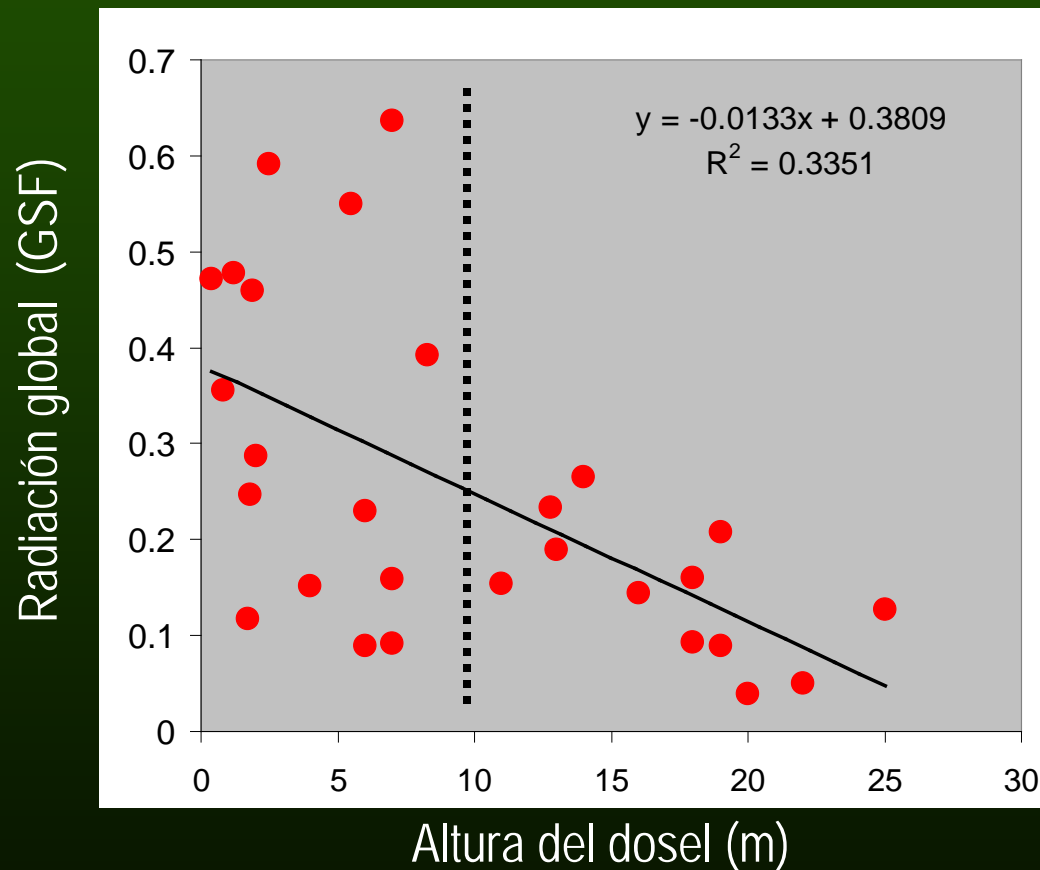


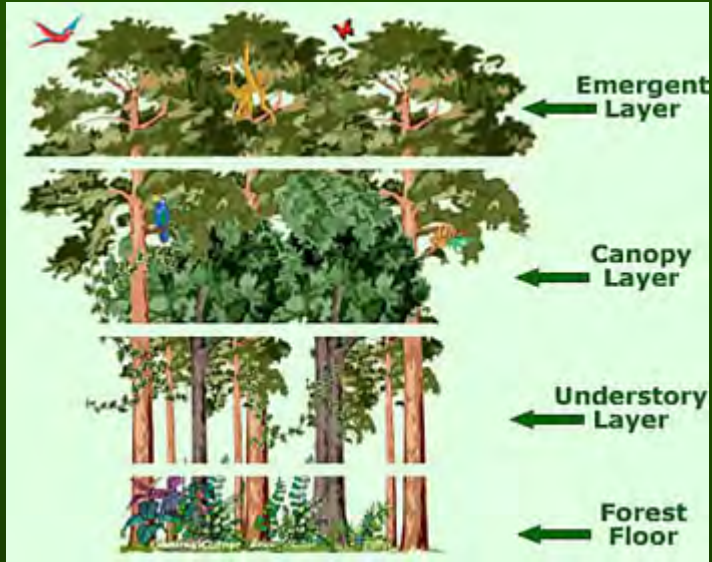
Interacción con el viento



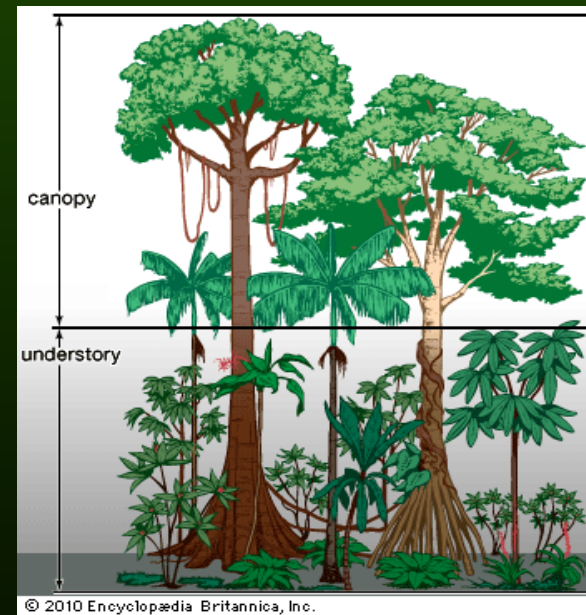
La RADIACION en el sotobosque depende de la altura del dosel

Pero la relacion no es lineal ni "limpia"





La influencia de la arquitectura de cada especie y de la composición de especies

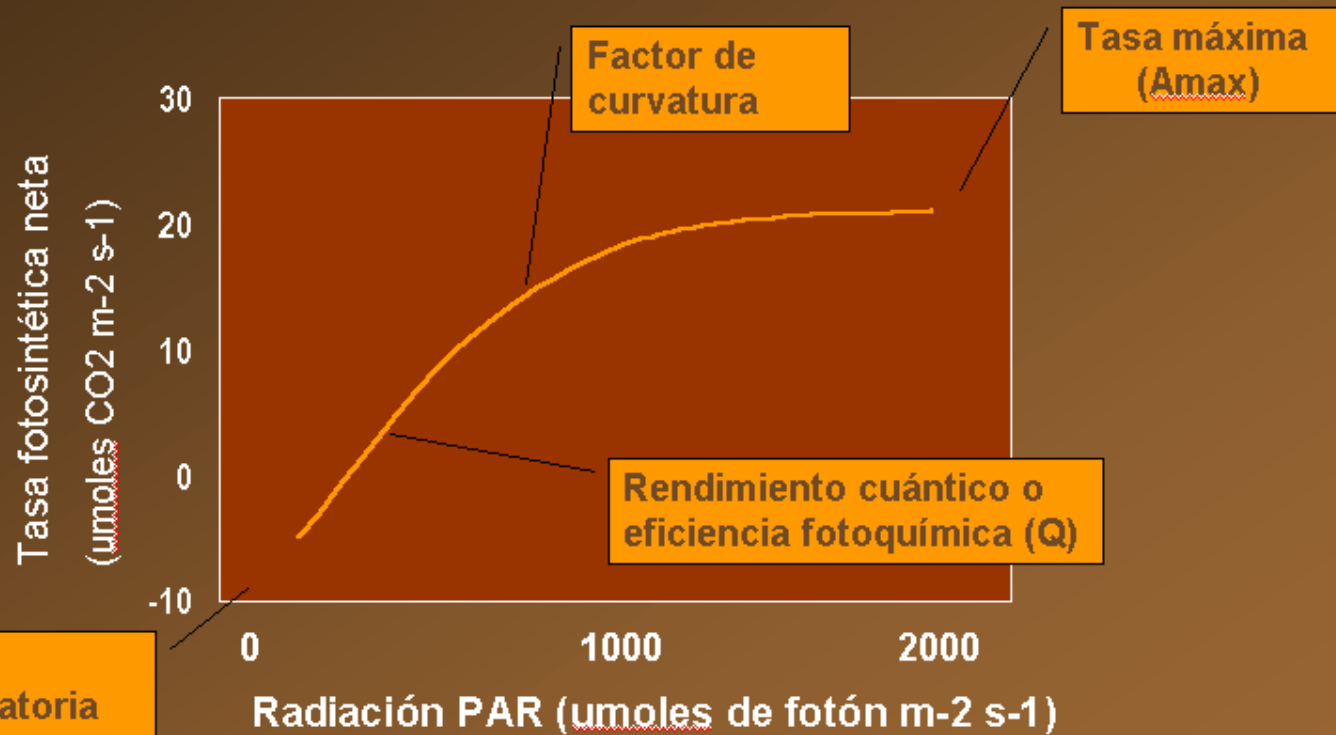




Introducción

Los estudios de fisiología en condiciones de laboratorio han permitido una comprensión precisa de los mecanismos implicados en múltiples procesos del desarrollo vegetal, incluyendo la respuesta fotosintética a la luz.

Luz y fotosíntesis (una hipérbola no rectangular)



En la umbría del bosque

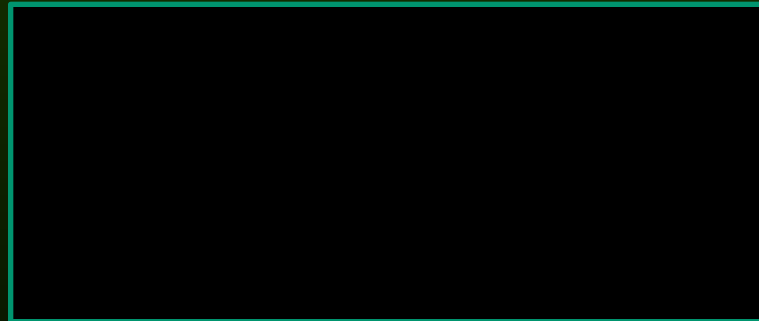
Dos ordenes de magnitud menos de radiacion

Valores aun mas bajos en bosques tropicales maduros



En la umbría del bosque

Menos radiación que bajo la luna llena



En la umbría del bosque

Un caso extremo: el sotobosque tropical en días nublados y sin luna ($< 0.1 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).



Aunque no existen equipos portátiles capaces de medir la intensidad lumínica, organismos como las ranas ven perfectamente, bajan de las copas a reproducirse

Destellos de sol en el sotobosque



Destellos de sol

Los destellos de sol o *sunflecks* son un recurso importante en el sotobosque ya que normalmente aportan más del 50% de toda la luz que las plantas reciben en un día.



Duración media de los destellos: 11 s

Destellos de sol

Los destellos de sol o *sunflecks* son un recurso importante en el sotobosque ya que normalmente aportan más del 50% de toda la luz que las plantas reciben en un día.



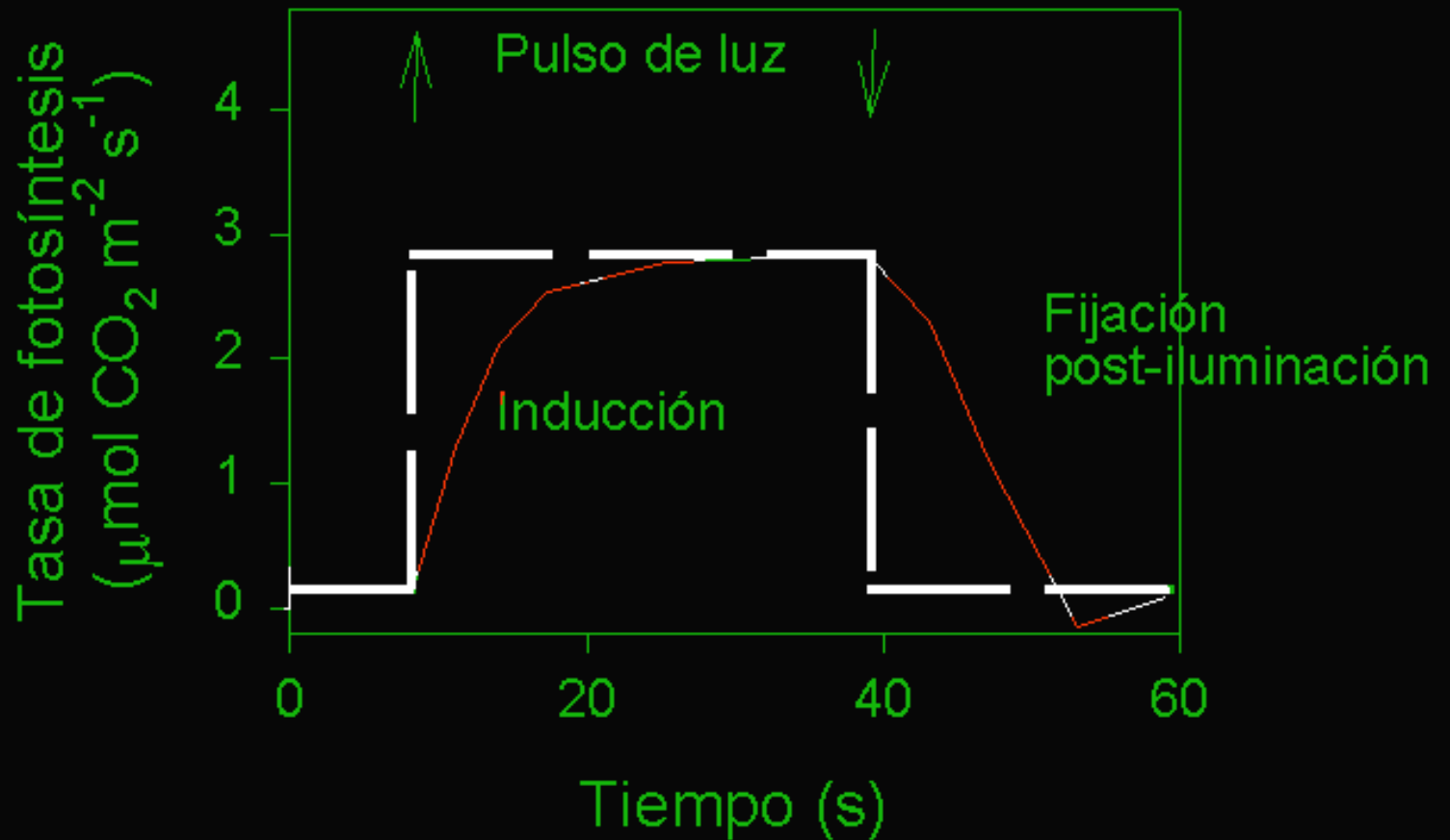
2 de Agosto de 1994
Bosque de *Pseudotsuga menziesii*
Columbia Británica, Canadá



Duración media de los destellos: 11 s

Destellos de sol

La respuesta fotosintética a los *sunflecks* ha sido bien estudiada en el laboratorio.



Del laboratorio al campo

Destellos de sol

Los estudios bajo condiciones naturales son muy escasos y existe poca información sobre la importancia real de los *sunflecks* para la mayoría de las plantas así como sobre la existencia de distintas estrategias en su utilización fotosintética



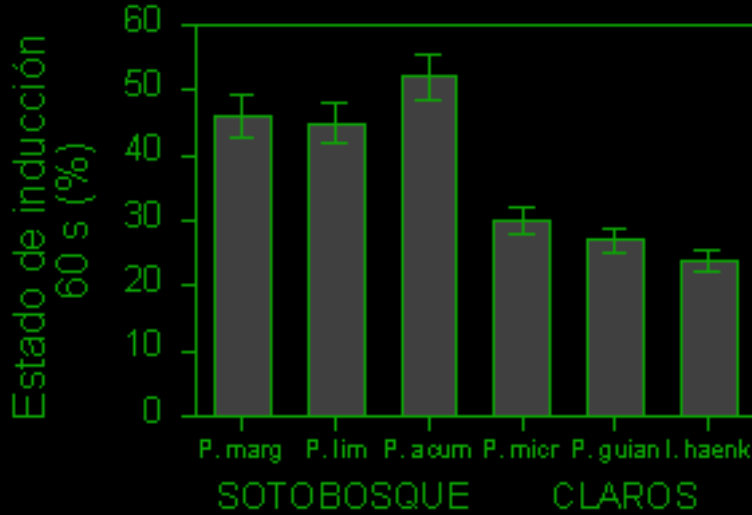
De los pocos estudios *in situ* es el de Valladares et al. 1997 con arbustos tropicales

Del laboratorio al campo

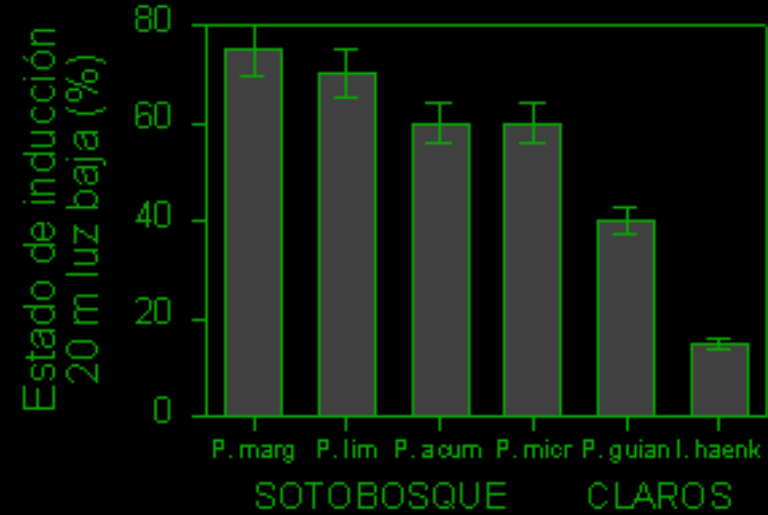


Destellos de sol

Velocidad de inducción

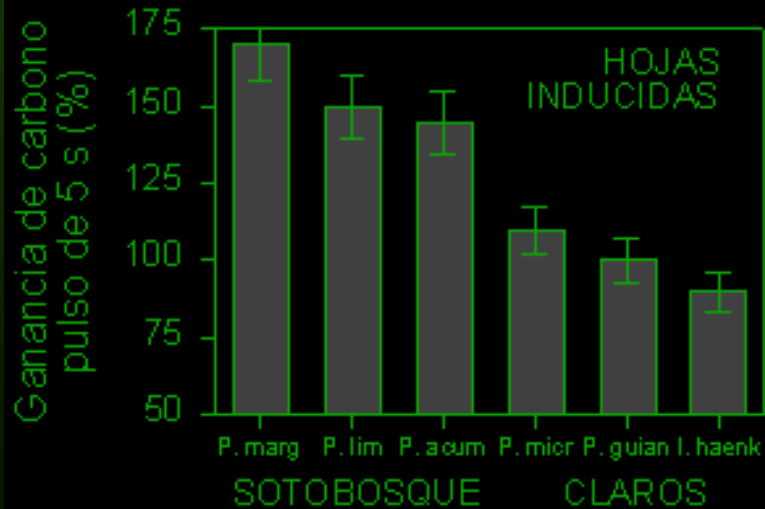


Mantenimiento de inducción



Del laboratorio al campo

Eficiencia con la que se aprovechan los destellos

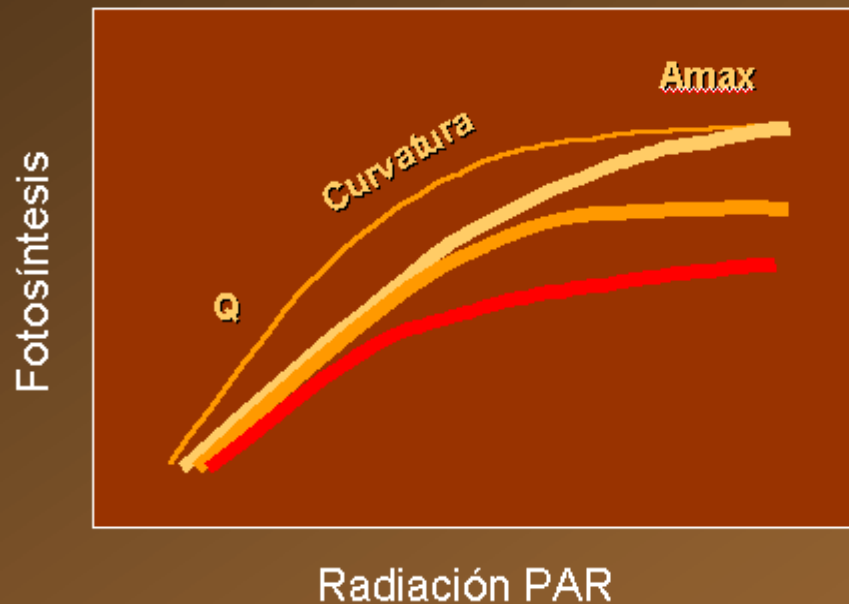


Fotoinhibición

También en este caso la mayor parte de información proviene del laboratorio...

Cuando la luz se convierte en estrés

- ◆ **La luz mediterránea** es con frecuencia excesiva y se combina con otros estreses (sequía, elevadas temperaturas)

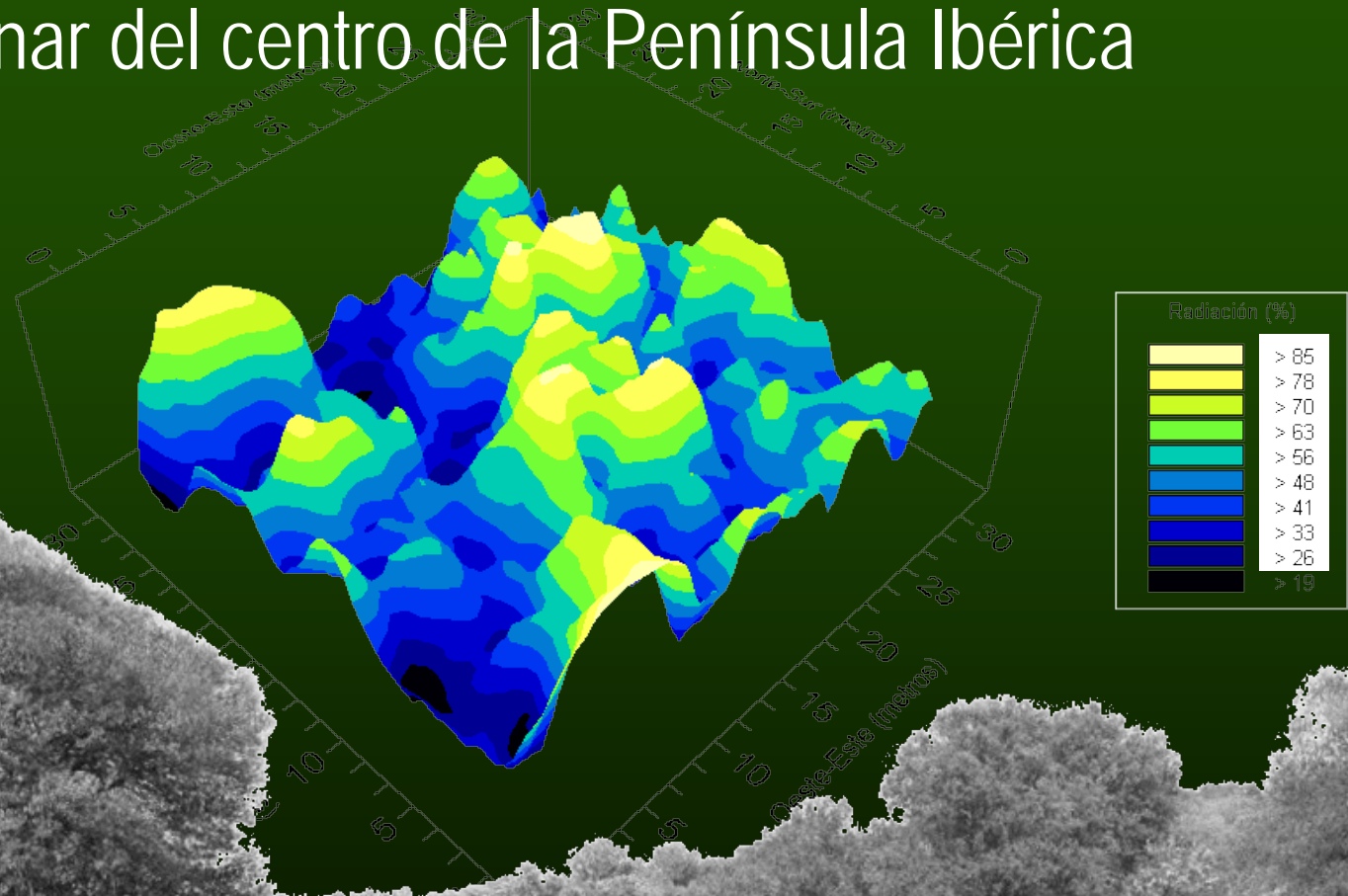


Fotoinhibición

- 1: Eficiencia (Q)
- 2: Q y Amax
- 3: Q, Amax y curvatura

MAPAS de la LUZ del SOTOBOSQUE

Heterogeneidad espacial de la luz en un
encinar del centro de la Península Ibérica



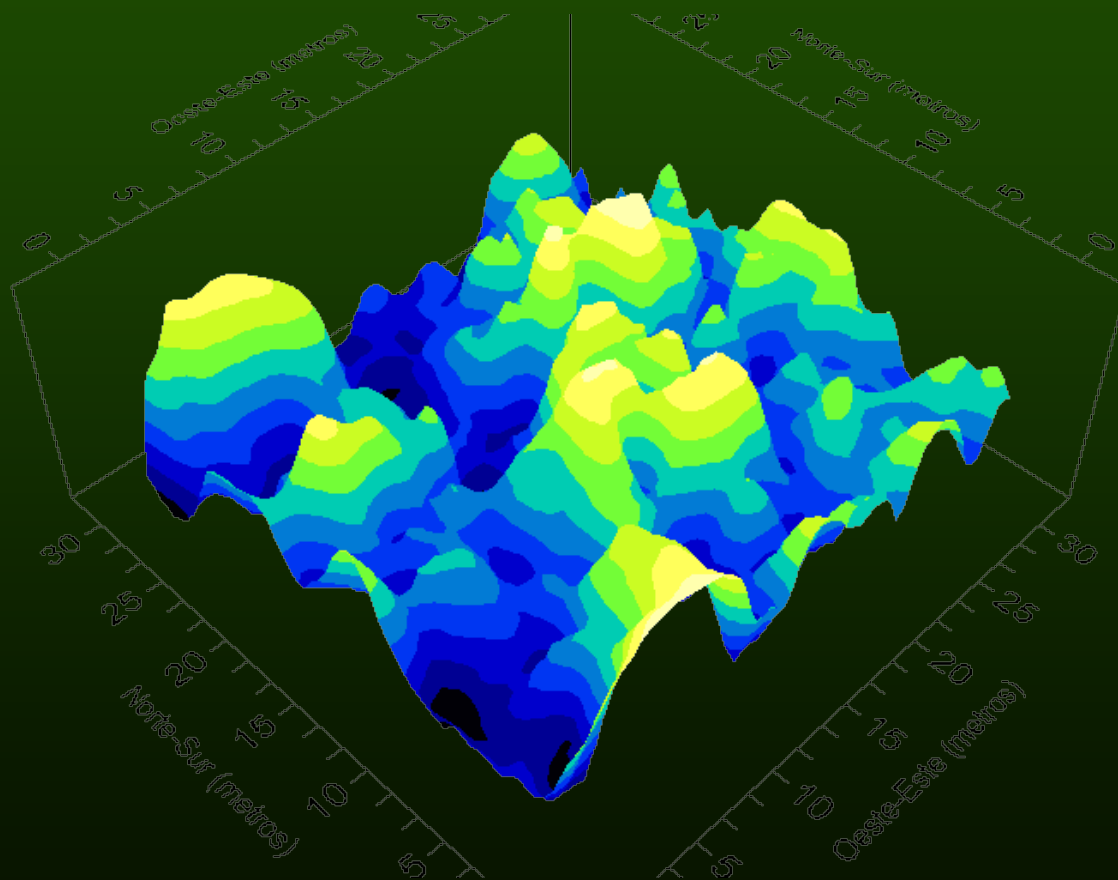
Principales resultados:

1. Heterogeneidad espacial muy alta
2. La heterogeneidad es de grano grueso en el estrato herbáceo (explotada por micropoblaciones) y de grano fino en el arbustivo (explotada por plasticidad de individuos)
3. La luz difusa genera un patrón menos contrastado y de grano más grueso que la luz directa



¿Qué heterogeneidad es relevante?

Heterogeneidad estructural vs. heterogeneidad funcional



Heterogeneidad lumínica
en un mosaico
de vegetación mediterránea
en Sierra Nevada
(Granada)



Dispersión, germinación y establecimiento de plántulas de encina

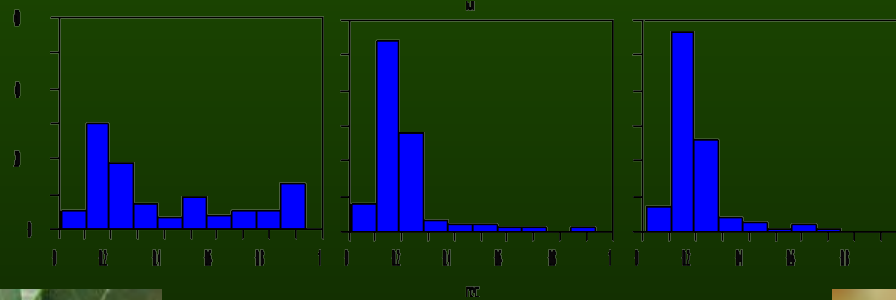


Dispersión de encina por arrendajo

- Disminución de la heterogeneidad ambiental experimentada por las plántulas (heterogeneidad funcional < het. estructural)

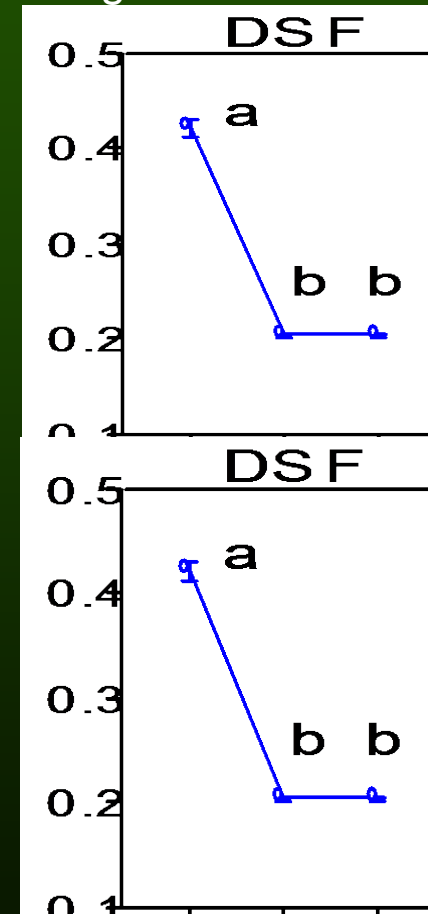
Heterogeneidad lumínica

ambiental > dispersión > emergencia



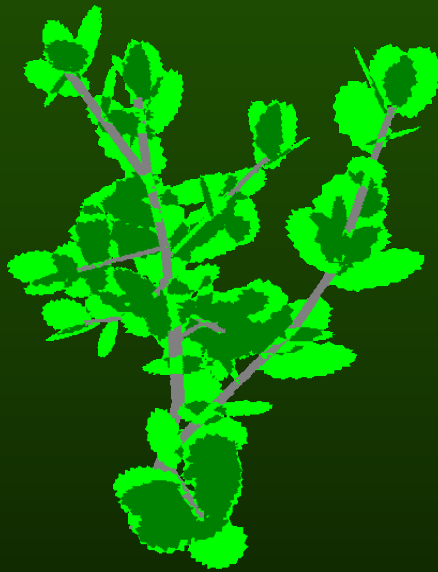
La dispersión redujo la heterogeneidad (en contra de lo esperado)

Disminuye la radiación lumínica media y su variabilidad
ambiental > dispersión > emergencia

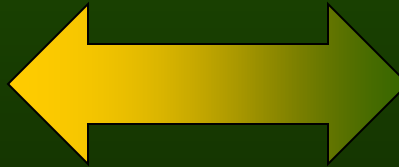
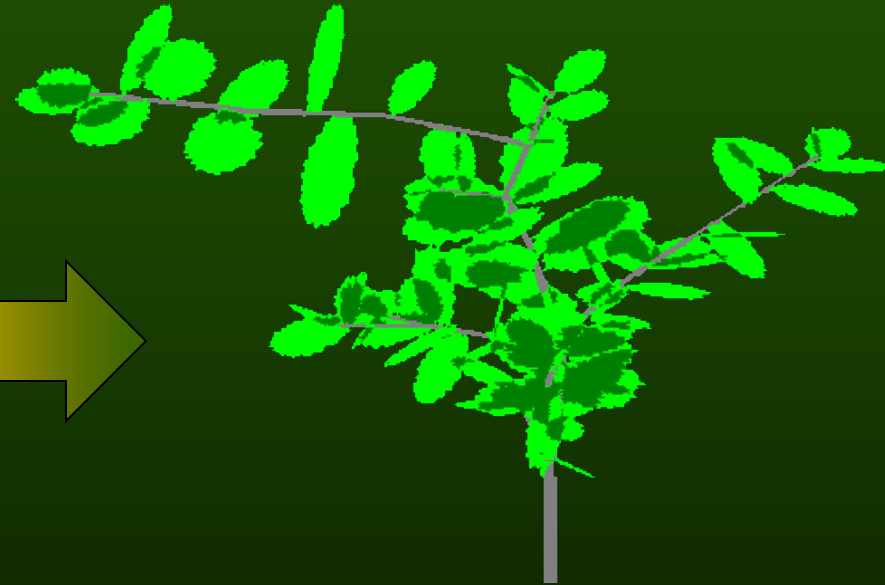


Plasticidad fenotípica en respuesta a la luz

SOL



SOMBRA



Quercus ilex



Toyon (*Heteromeles arbutifolia*)



SOL

SOMBRA

Radiación PAR disponible (mol m ⁻² day ⁻¹)	54.3	7.7	sol/sombra 7
Radiación PAR absorbida (mol m ⁻² day ⁻¹)	14.5	4.3	sol/sombra 3.4
Ganancia de carbono potencial (mmol CO ₂ Kg ⁻¹ day ⁻¹)	76.2	52.6	sol/sombra 1.4

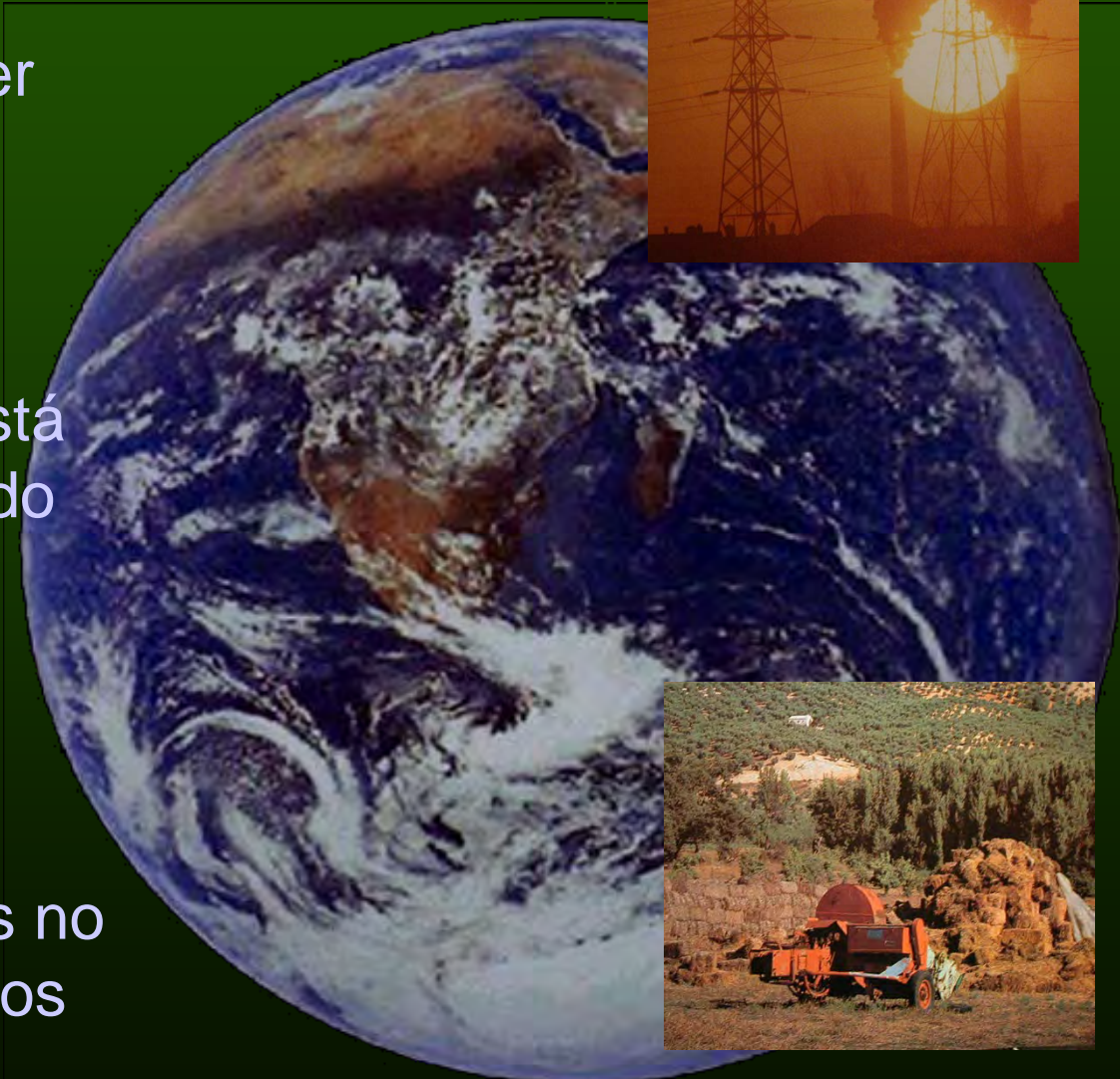


Plasticidad
morfológica

Plasticidad
fisiológica

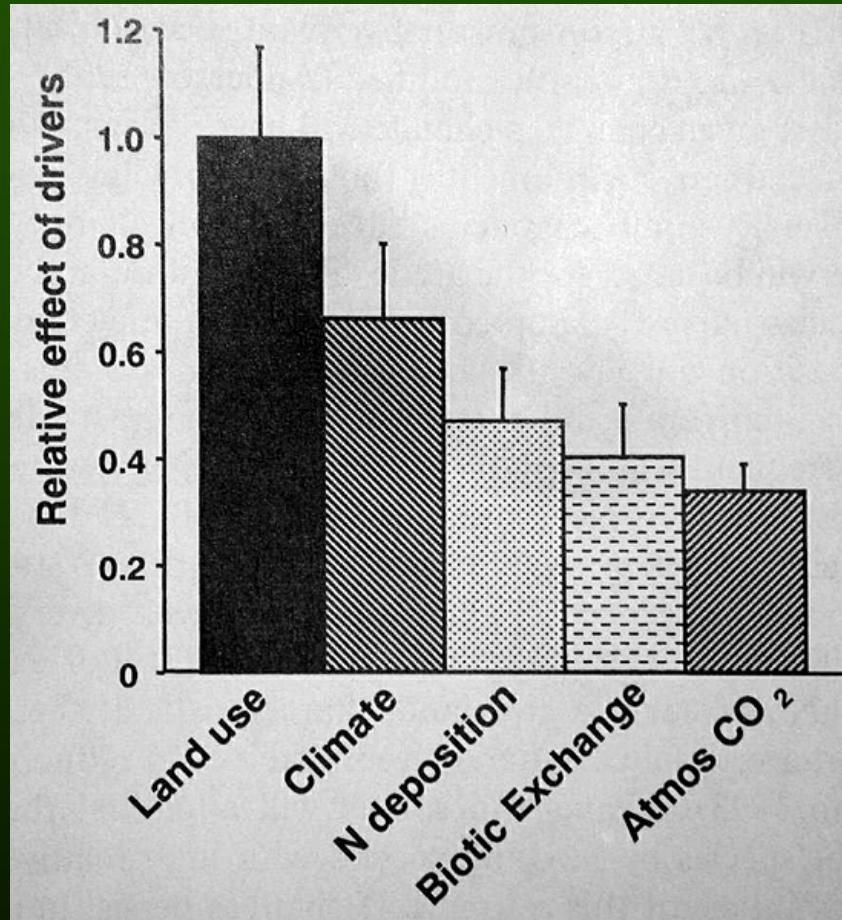
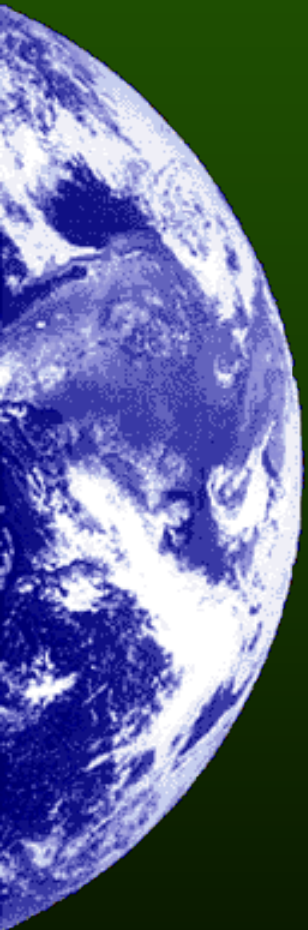
EL CAMBIO GLOBAL

- Hay componentes del cambio en los que el ser humano no tiene influencia, y no puede detenerlos
- Hay otros en los que está interviniendo, acelerando ritmos y acrecentando efectos...
- Es a estos a los que se alude con CAMBIO GLOBAL, pero los unos no se entienden sin los otros

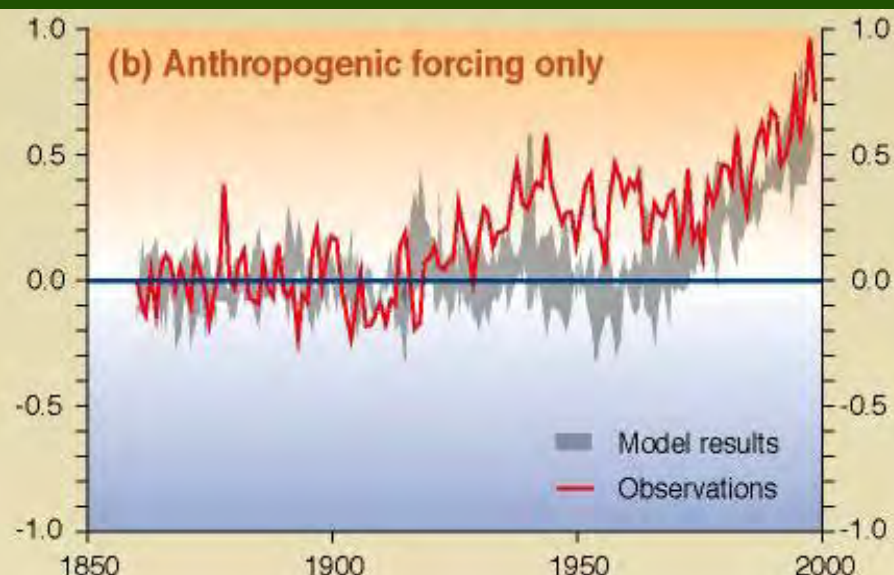
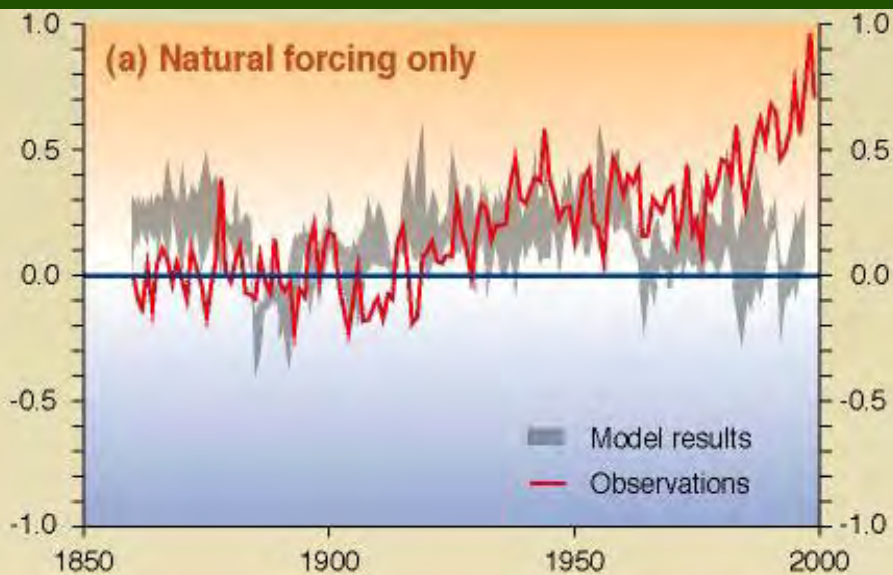


CAMBIO GLOBAL

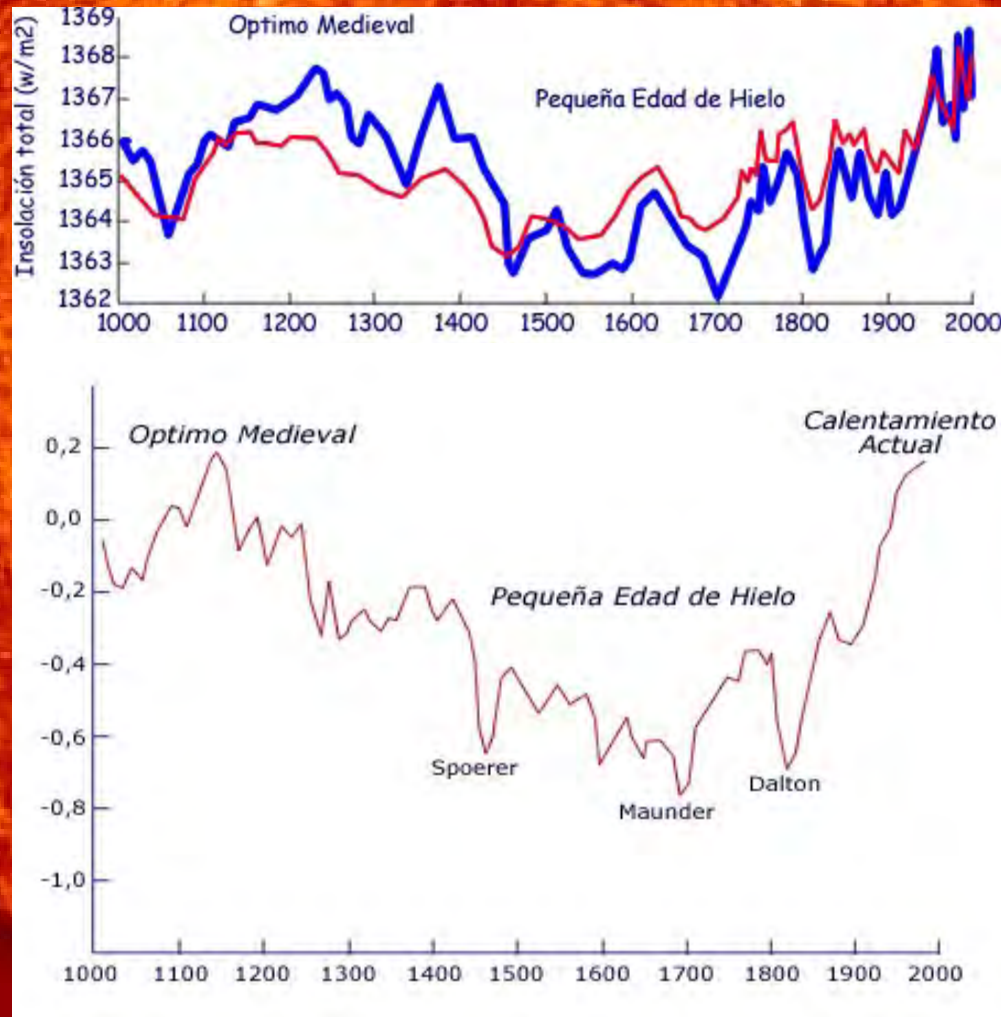
Cinco principales motores de cambio en los ecosistemas terrestres



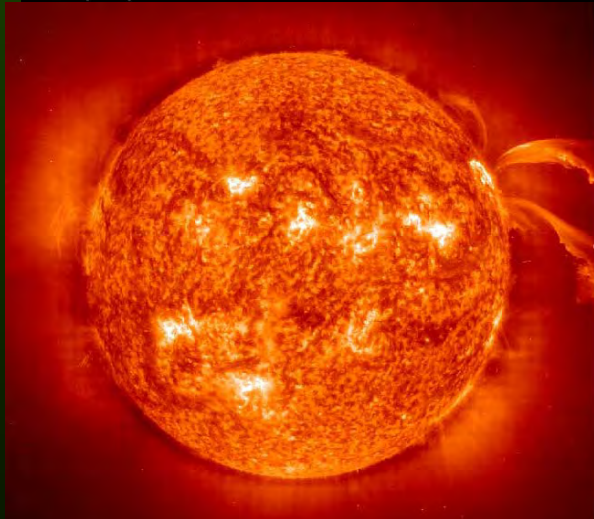
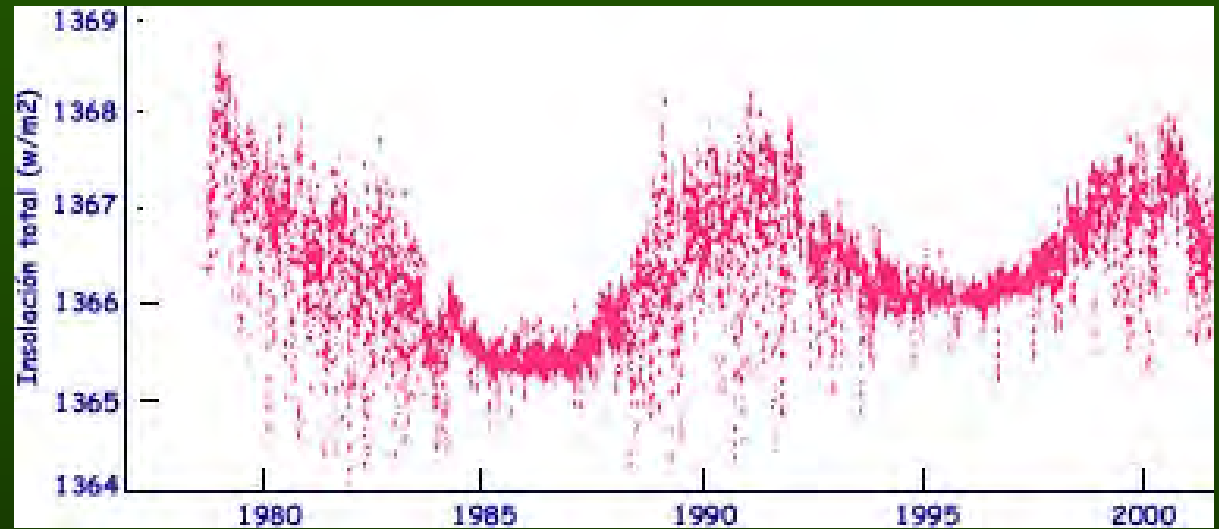
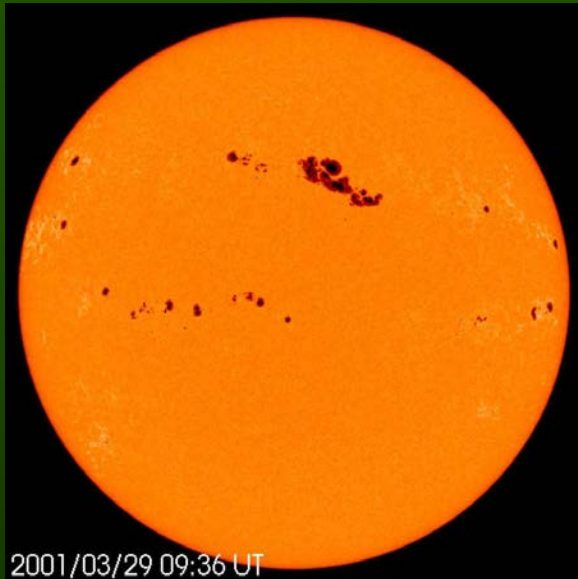
EL CALENTAMIENTO OBSERVADO EN LOS ULTIMOS 50 AÑOS SE DEBE A LA ACTIVIDAD HUMANA



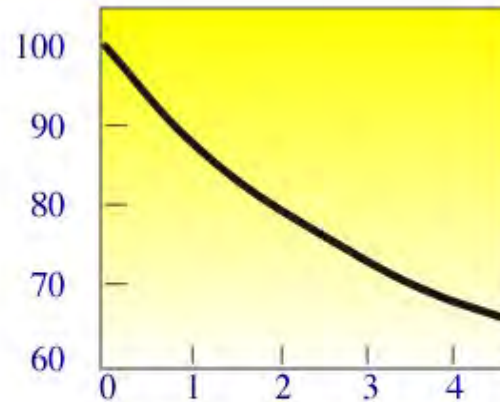
Actividad solar, influencia directa en la temperatura del planeta y en multitud de procesos



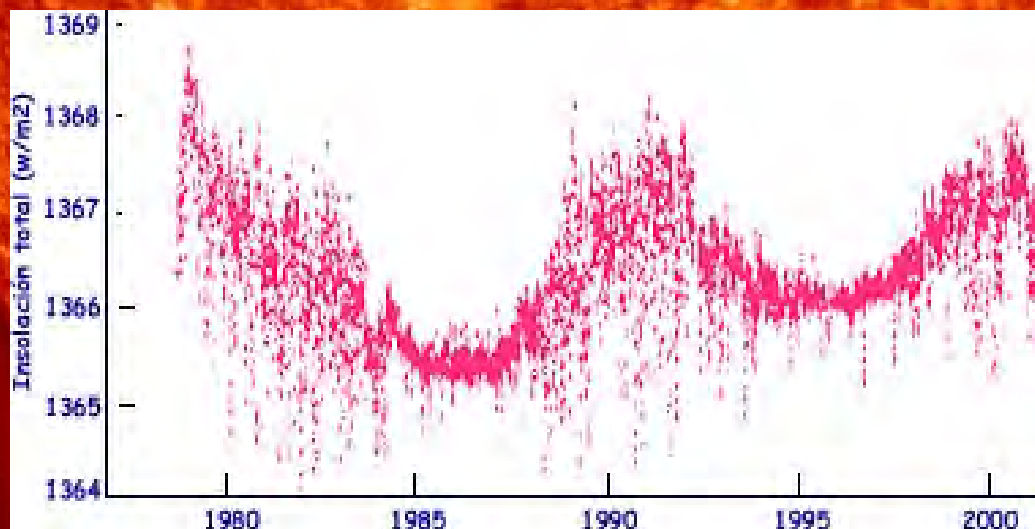
Actividad solar, manchas y explosiones



La actividad solar y su luminosidad aumenta...

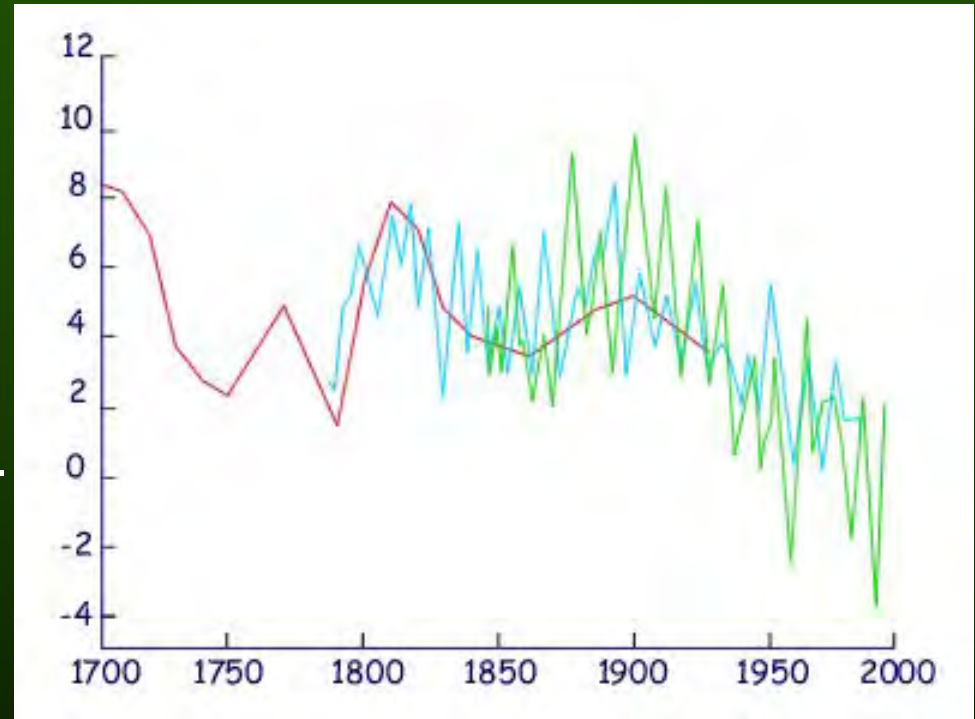


Luminosidad del Sol con respecto al presente (en %)



...pero el flujo de radiación cósmica disminuye

Flujo de radiación cósmica (GCR) en el período 1700-2000. Cambios en % con respecto a la media de 1990-2001, deducidos según la variación del C14 (en rojo), del Be10 (en azul) y del índice aa de actividad geomagnética (en verde). Nótese la disminución del flujo a lo largo del siglo XX.



(fuente: Carlsaw K.S. et al., 2002, Cosmic rays, clouds and climate, Science, 298,

1732-1737)

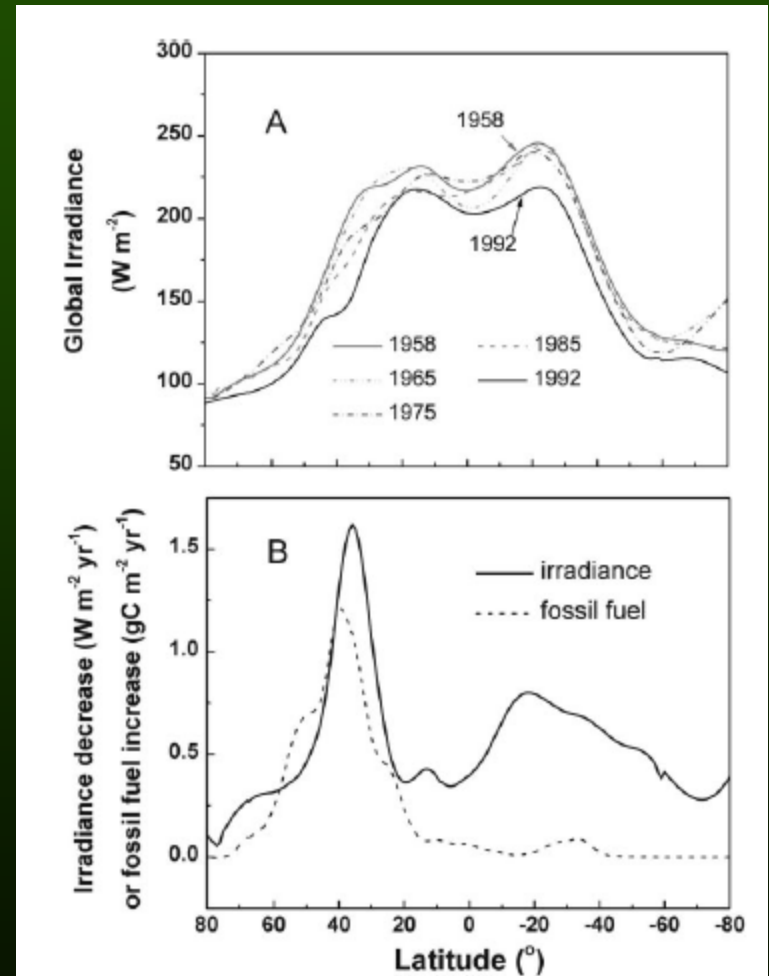
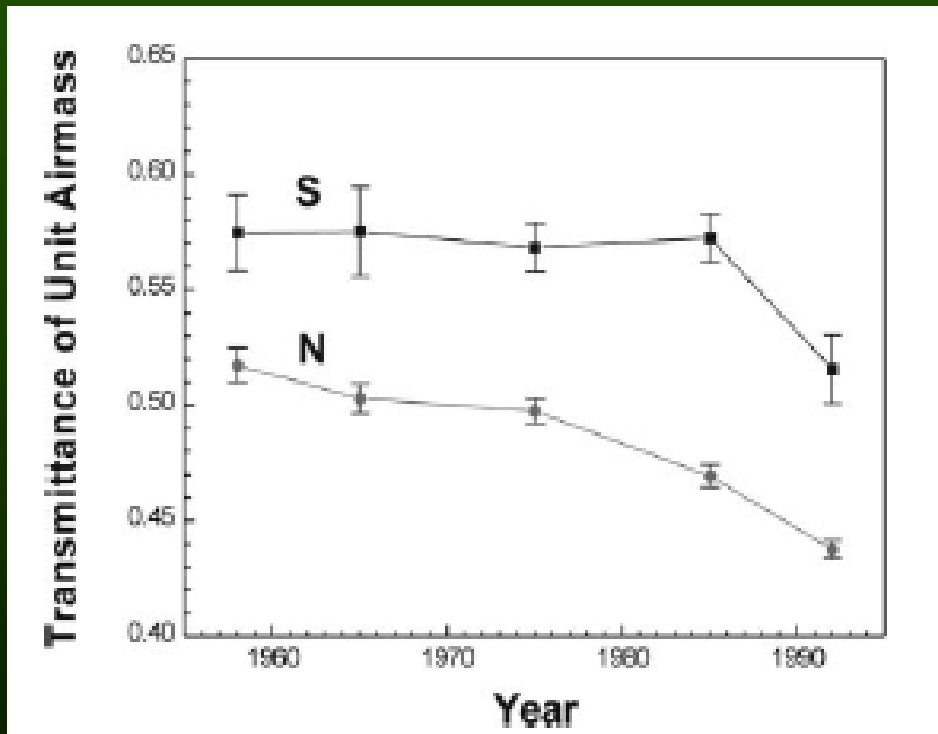


**...la nubosidad
aumenta
(no la lluvia)**

A escala global el 86 % de las estaciones del mundo muestran aumentos en la nubosidad. Se calcula que el incremento de la cobertura nubosa en ese siglo ha sido de un 10 % en Estados Unidos y de un 5 % en Europa (Henderson-Sellers, 1992). Este aumento ha venido acompañado por una disminución de la oscilación térmica entre los días y las noches, al aumentar las temperaturas mínimas más que las temperaturas máximas.

Y se ha observado una disminución de la transmisividad de la atmósfera

2.7% por década en la segunda mitad del S. XX



¿Efectos de este “oscurecimiento global”?

Escasa cuando hay estrés hídrico, disminuye en general la transpiración, tiende a aumentar la eficiencia del uso hídrico (WUE)

pero en los ecosistemas naturales, no se sabe como afecta a las interacciones entre especies, a la sucesión... A la biodiversidad?



Polución lumínica

- Luz artificial afecta a aves migradoras y al comportamiento estacional y diurno de muchos animales
- La luz artificial disminuye la polarización de la luz afectando comportamientos regulados por ella (e.g. libelulas confunden masas de agua)
- La luz artificial (o el resplandor de las ciudades) interfiere con ciclos mediados por las fases de la luna (e.g. ranas, murciélagos, coyotes)



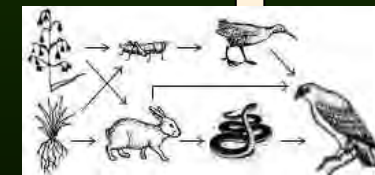
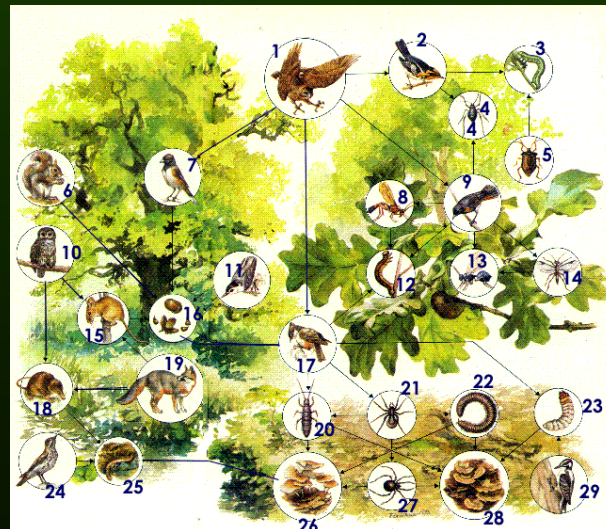
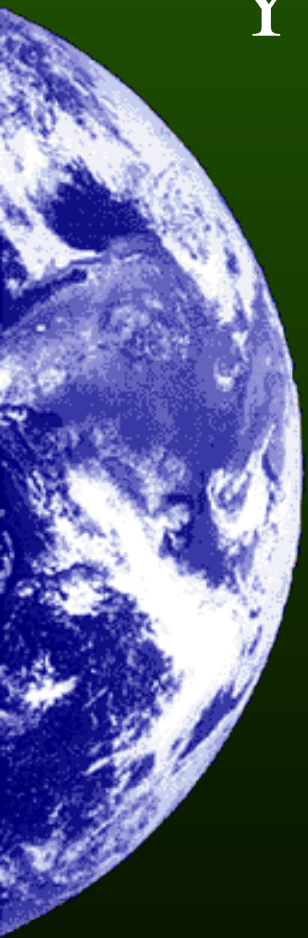
Polución lumínica

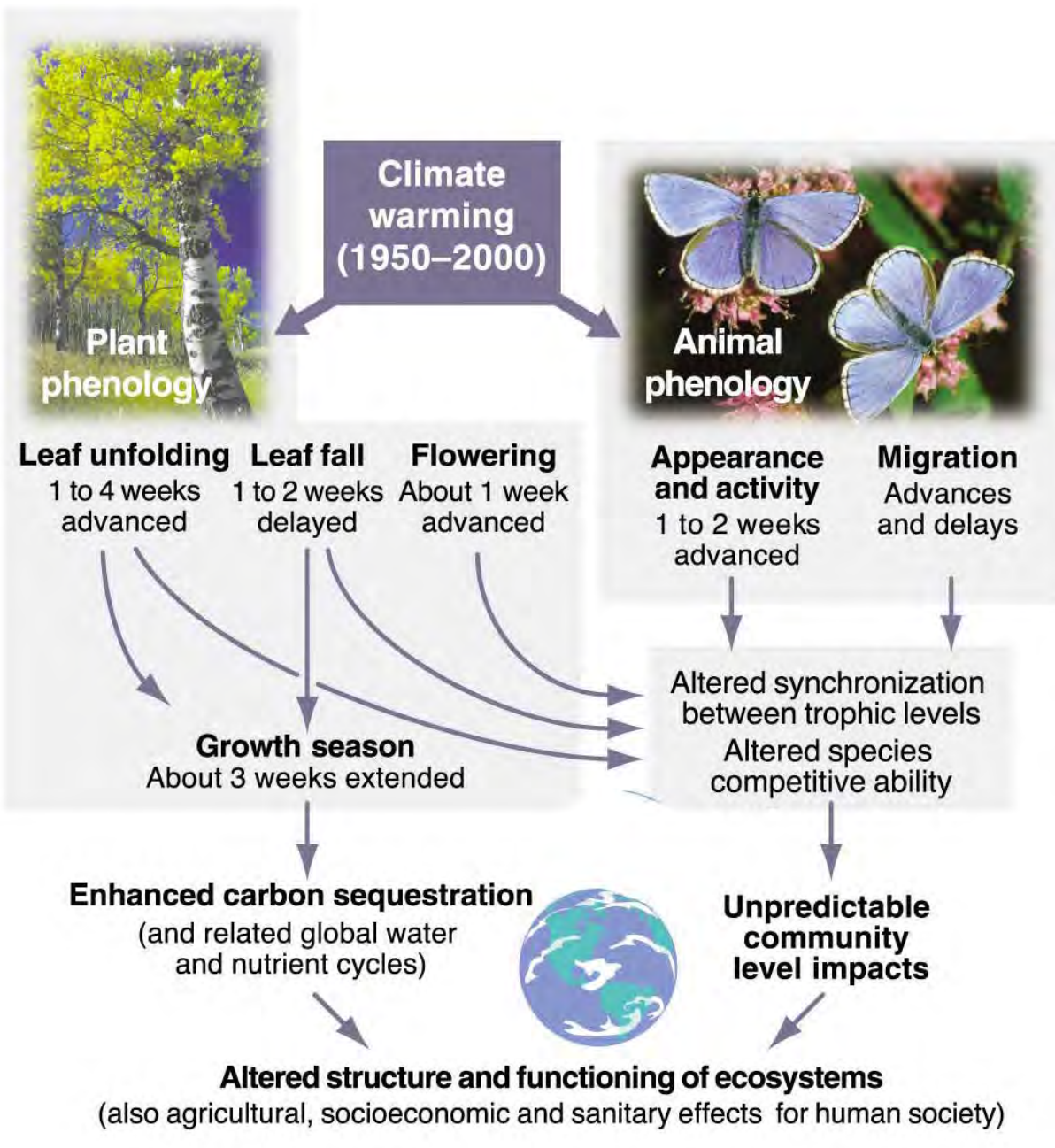
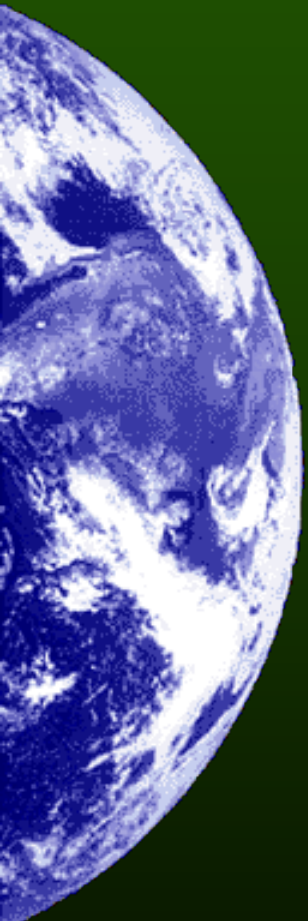
- Avispas (diurnas) comiendo presas atrapadas de noche en telas de araña proximas a lámparas y fuentes de luz artificial

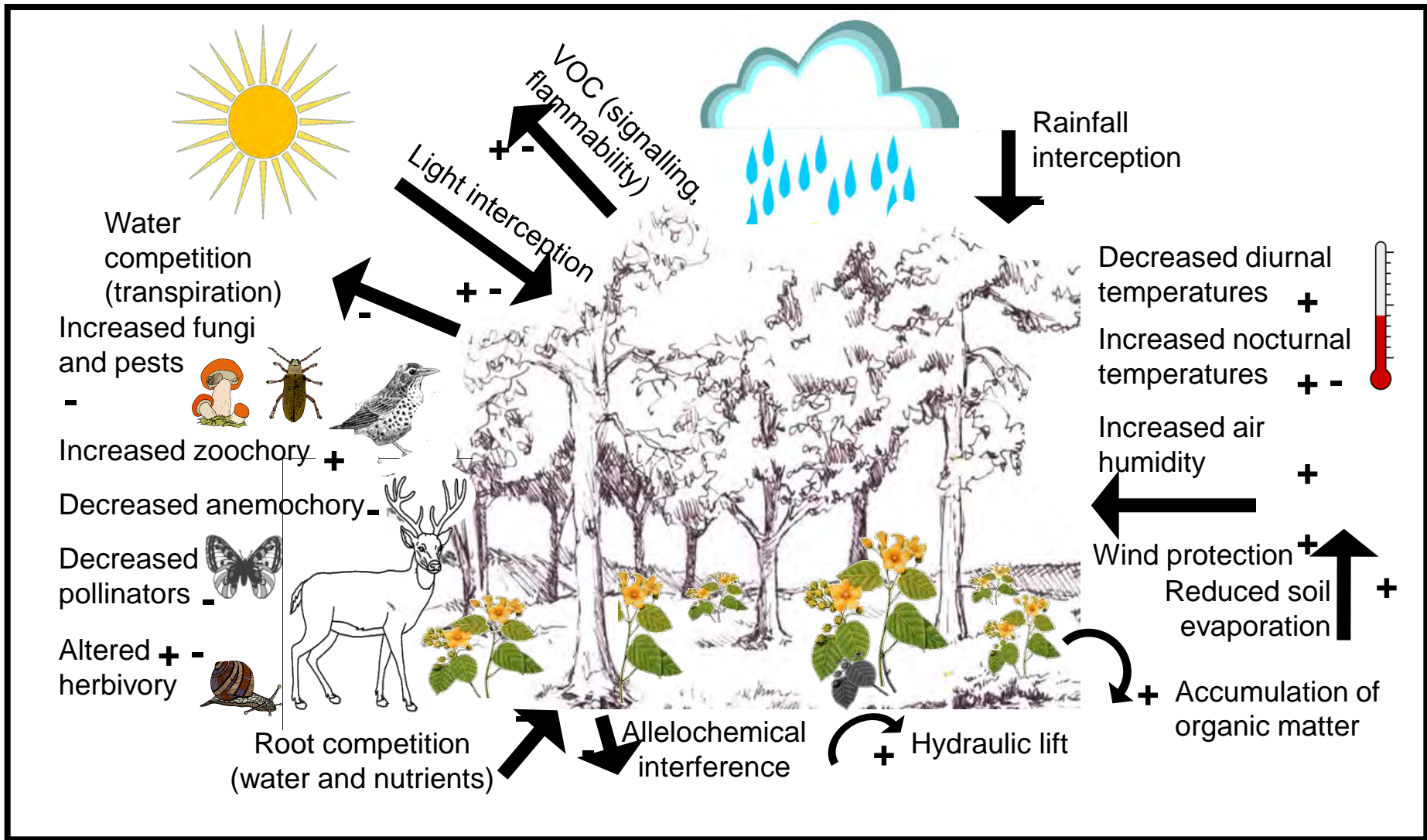


Los ecosistemas terrestres son complejos

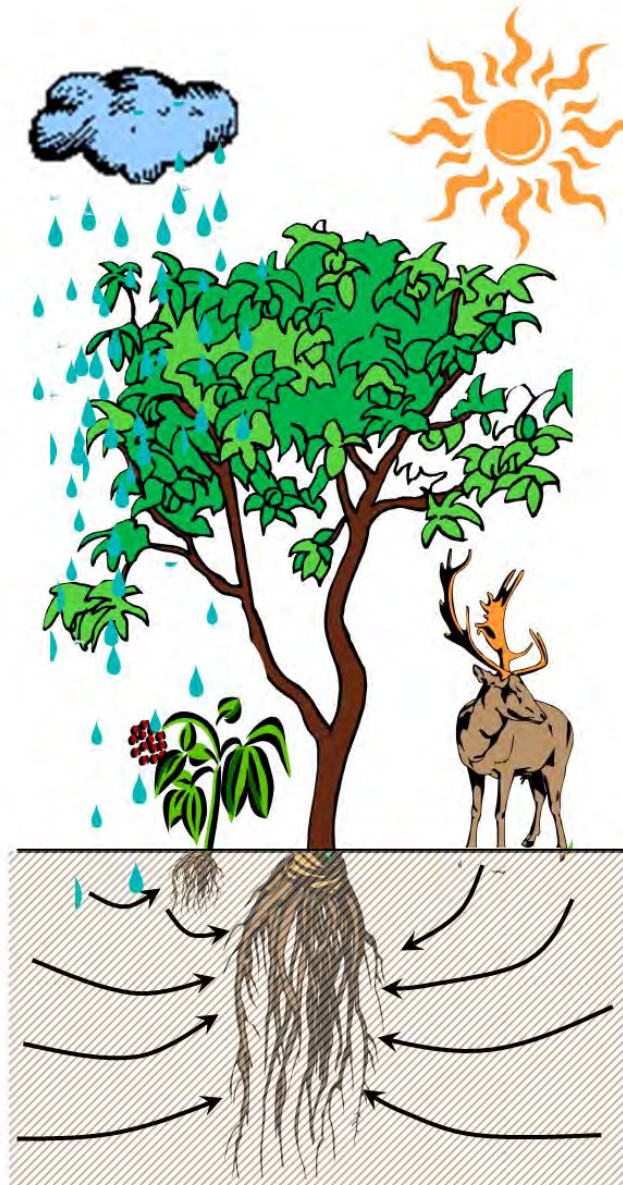
Y las interacciones entre factores y procesos mas aún...







Negative – positive implications of shade



Competition - Facilitation



- | | |
|-------------------------|-------------------|
| ↓ water | ↓ temperature |
| ↓ light* | ↓ photoinhibition |
| ↑ herbivory** | ↓ herbivory** |
| ↑ nocturnal respiration | ↓ freezing risk |

Climate change



- | | |
|--------------------------|--------------------|
| ↓↓ water | ↓↑ temperature |
| ↑↑ nocturnal respiration | ↓↑ photoinhibition |

Corolario e incertidumbres



Ecosistemas mediterráneos

Estrés hídrico (tendencia a aumentar)

Aumento de la competencia por recursos subterráneos

Bajo LAI (1.5-3)

Sotobosques luminosos

Mayor heterogeneidad espacial(?)

Uso conservativo de los recursos

Baja plasticidad fenotípica (?)

Bajo éxito de la reforestación

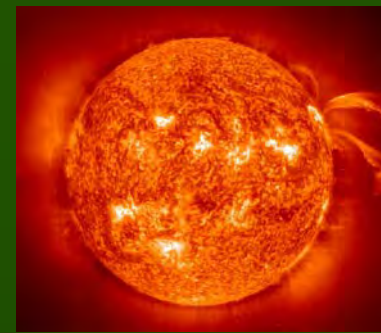
Interacciones con Alta radiación (?)

Sombra seca

Crónica o esporádica (?)

Extendida o local (?)

Conclusiones



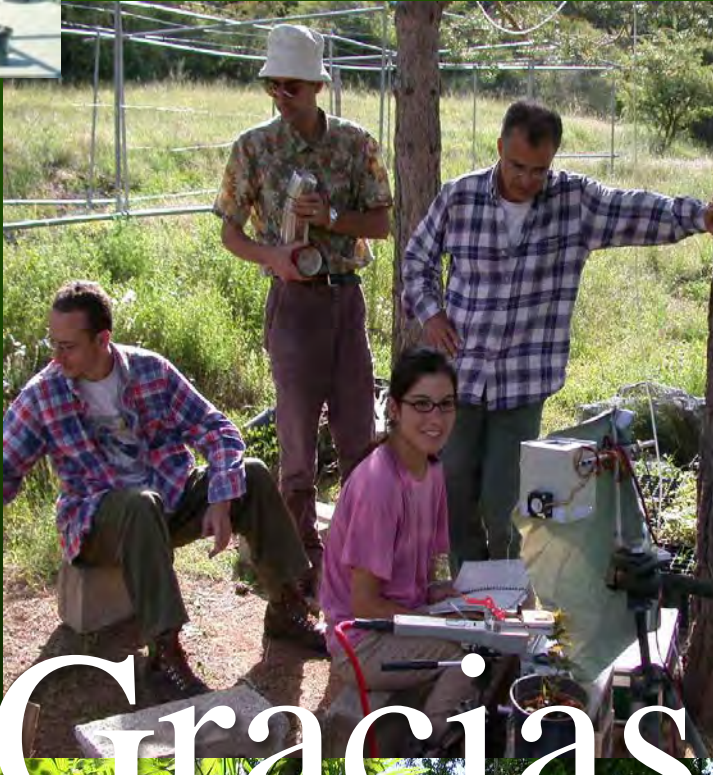
1. La luz es un concepto de origen humano con multiples efectos en todos los sistemas naturales y antropogénicos
2. La luz es la base de la vida sobre la tierra y aun hay muchos aspectos que no se conocen (lo cual ha justificado que 2015 sea un año internacional dedicado a la luz)
3. Las actividades humanas estan generando cmabios ambientales profundos que afectan directamente al ambiente lumínico y que causan complejas interacciones con otros aspectos del cambio global (clima, cambios de uso etc.)



Los resultados e ideas
proceden de la colaboracion
con colegas y estudiantes...



Bob Pearcy, ülo Niinemets,
Owen Atkins, Regino
Zamora, Miguel Angel
Zavala, Pilar Castro,
Teodoro Marañón, Adrian
Escudero, Luis Balaguer,
Jose M. Gómez, Lorena
Gomez, Daniela Brites,
David Sanchez, David
Tena, Silvia Matesanz,
Oscar Godoy, Ismael
Aranda, Jose Alberto
Ramírez, Mario Díaz



¡Gracias!

GLOBIMED

