

Agroclimatología y Agrometeorología

Unidad didáctica 2. Componentes y adversidades del tiempo y clima

Radiación solar, temperatura del suelo y el aire, humedad atmosférica, precipitación (lluvia, granizo). Importancia biológica y meteorológica. Medición. Caracterización. Heladas: tipos, régimen agroclimático de heladas. Protección de cultivos contra heladas: métodos directos e indirectos. Métodos de lucha contra granizo. Evaporación y evapotranspiración: concepto, causas y factores. Evapotranspiración potencial y real. Estimación de la evapotranspiración potencial. Medición de la evaporación y evapotranspiración. El balance hidrológico del suelo: elementos, fórmulas y tipos de balance. Sequía: concepto meteorológico y agrometeorológicos, tipos.



Radiación solar

Ondas electromagnéticas
(radiación electromagnética)



Velocidad de la luz ($3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)

Radiación

Flujo de partículas (quantum) que no necesita un medio material para su propagación

Fuente de
fenómenos
meteorológicos

Vital para procesos
biológicos

Intensidad

Calidad

Duración

Dirección

Fotosíntesis

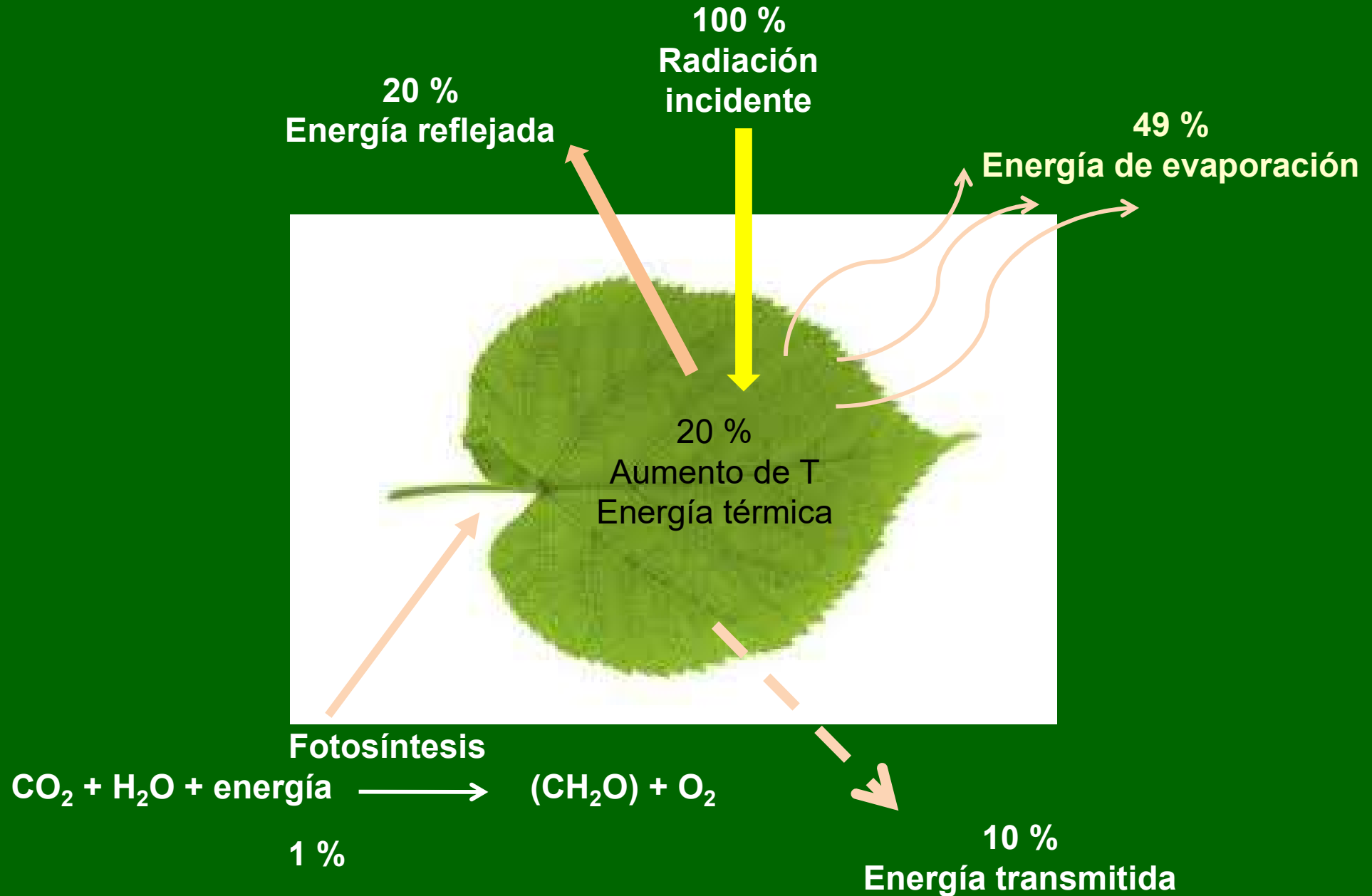
Fotomorfogénesis

(procesos dependientes de la luz, distintos de la fotosíntesis, que intervienen en el crecimiento y desarrollo)

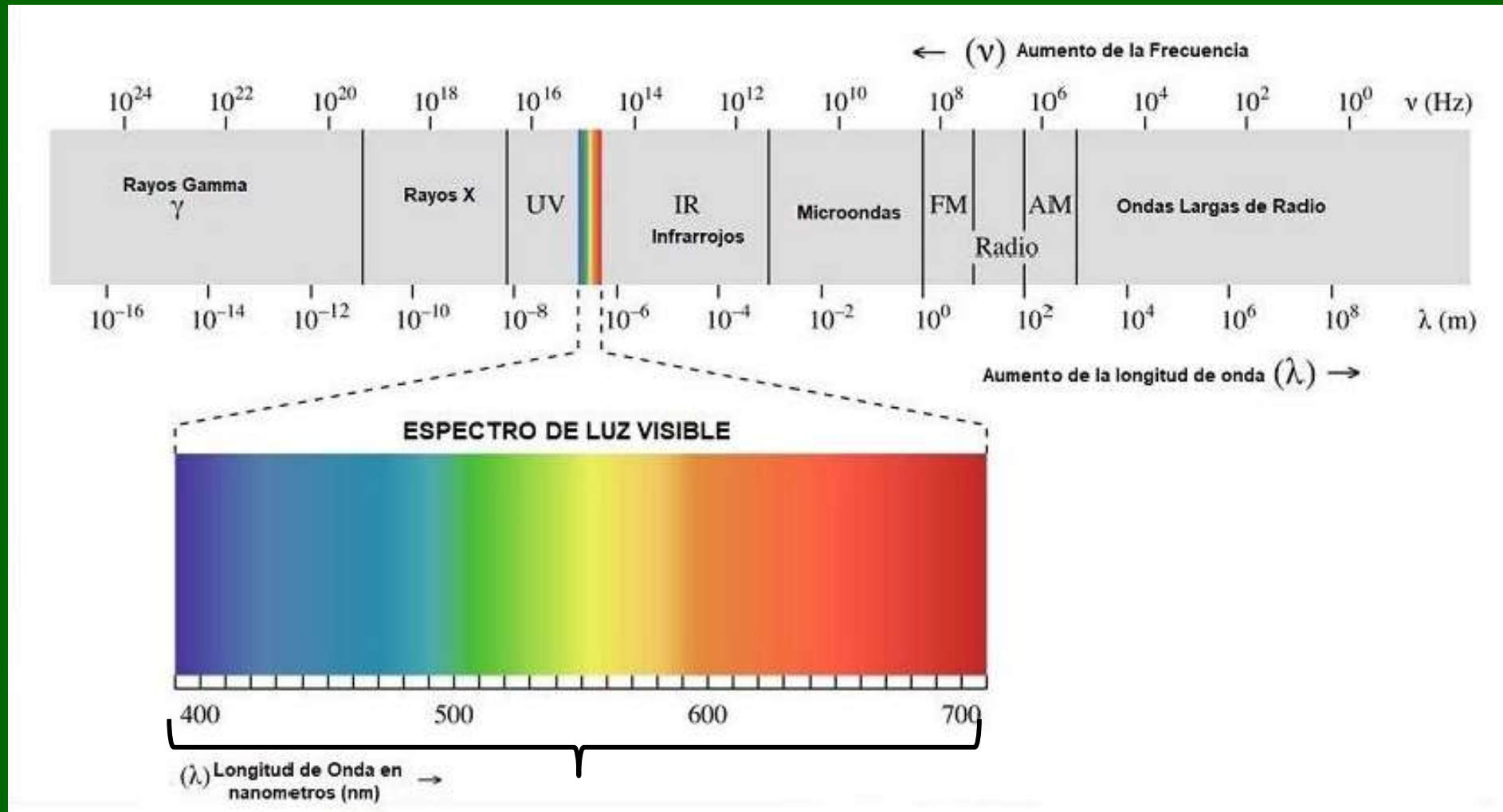
Fotoperiodismo

Fototropismo

Uso de radiación solar por una hoja



Radiación solar: calidad



Radiación visible

Radiación fotosintéticamente activa

35 a 50% de la radiación global

Fuente: Espectro electromagnético y los valores de las respectivas frecuencias. Fuente: (Library, 2020) <https://chem.libretexts.org/@go/page/1779>.

INTENSIDAD O IRRADIANCIA (I)

Energía que pasa por unidad de superficie y de tiempo

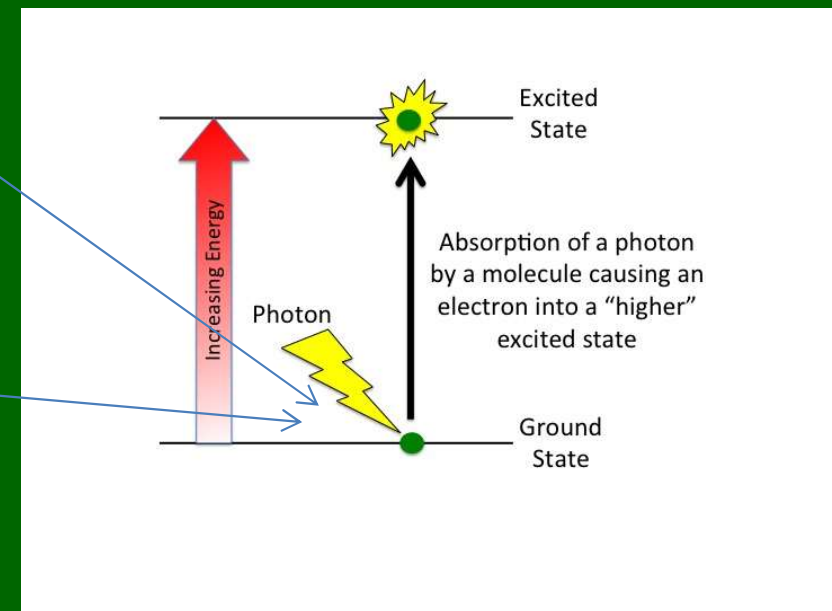
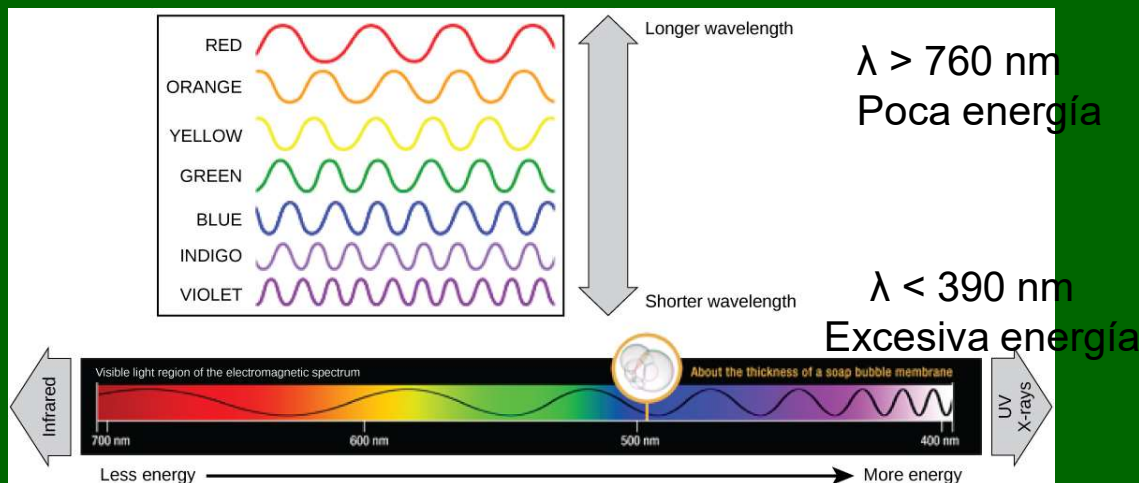
$$I = \frac{\text{Energía}}{\text{Superficie x tiempo}}$$

$$\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1} = \text{Ly.min}^{-1} = 7 \times 10^{-2} \text{ W.cm}^{-2} \\ \mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$$

Energía (E) = $h \times f$, siendo h la constante de Planck ($6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$)

- > Frecuencia
- > Energía contenida en un quantum

Radiación fotosintéticamente activa (PAR)



Clasificación de las plantas según la intensidad de radiación con la que alcanzan la saturación lumínica (fotosíntesis máxima)

Plantas heliófilas:

Se saturan lumínicamente con valores muy elevados de radiación (600 a 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$): melón, pimiento, berenjena, batata, clavel, rosa. Se aclimatan fácilmente a flujos de radiación menores.

Plantas con necesidades intermedias:

La máxima eficiencia fotosintética se consigue con iluminación de 190 a 380 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$: repollo, hortalizas de hoja.

Plantas de sombra:

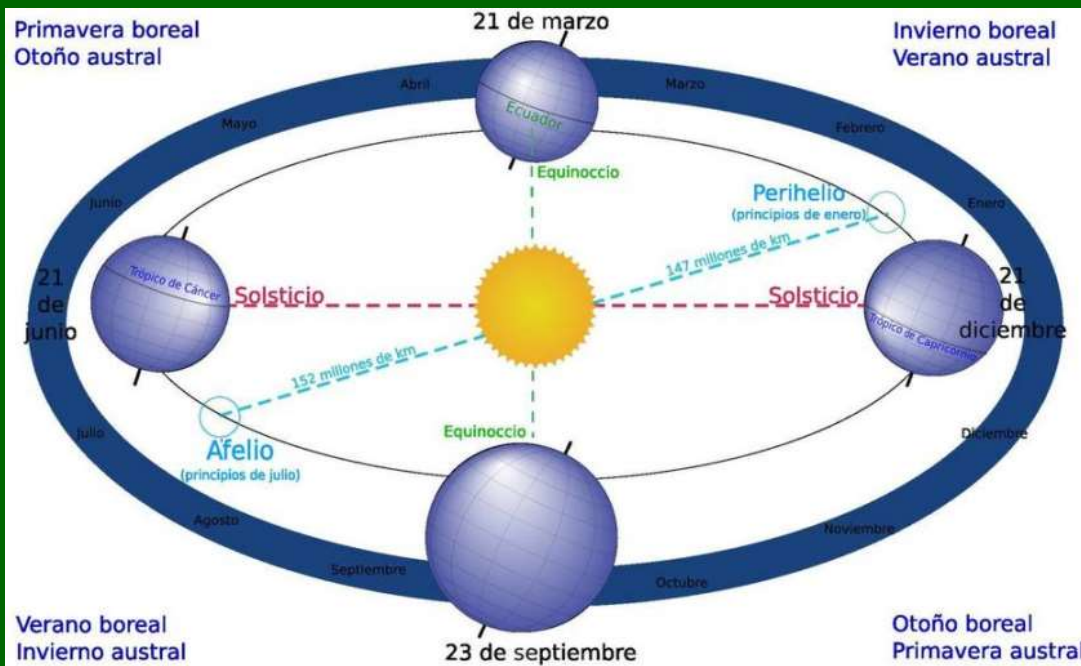
Se saturan lumínicamente con valores entre 200 a 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$: plantas ornamentales de interior. Menor capacidad de aclimatación (fotoinhibición, fotooxidación)

Goce de radiación según latitud y época del año (Factores de orden astronómico)



Fuente de la imagen:
<http://librodigital.oupe.es/oxed/0626770001300217549/plantilla/ebook/5-4-la-atmosfera-regula-la-temperatura.html>

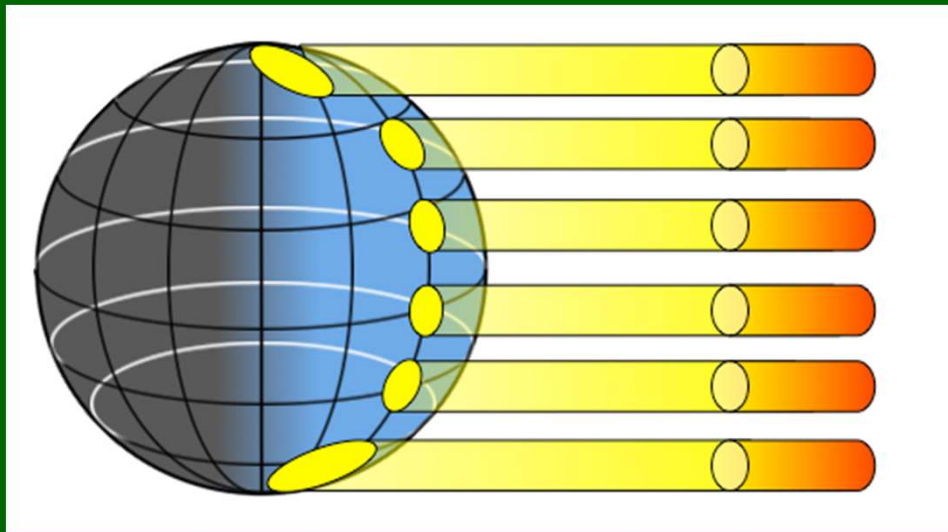
Fuente de la imagen:
https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2018-07-05/afelio-tierra-sol-movimiento-orbita_1587741/



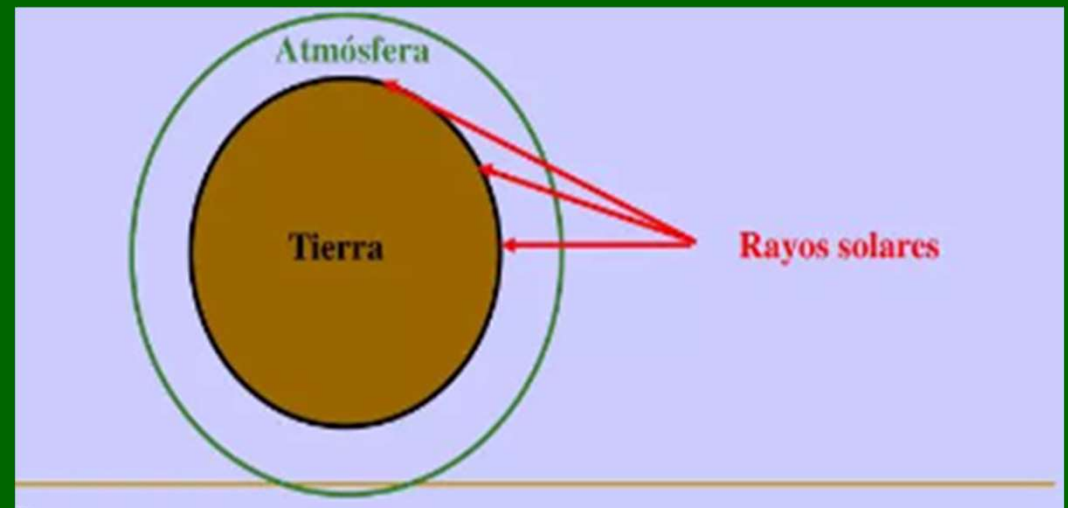
RADIACIÓN SOLAR ASTRONÓMICA RECIBIDA EN AUSENCIA DE ATMÓSFERA (Ly.día⁻¹)

Latitud	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
60°N	88	215	432	676	880	970	908	728	487	262	111	56
50°N	222	360	562	764	920	983	938	800	607	404	246	180
40°N	364	495	673	833	944	985	958	858	710	536	390	323
30°N	508	624	764	880	950	972	955	891	783	658	528	469
20°N	642	732	834	902	930	934	930	902	843	755	636	610
10°N	759	821	873	894	885	873	879	880	872	830	767	735
0°N	850	879	885	856	808	785	796	832	867	873	855	833
10°S	920	920	873	802	720	648	702	767	850	897	914	920
20°S	979	932	838	720	614	566	596	684	802	897	962	985
30°S	1003	920	779	620	496	437	472	578	732	873	979	1027
40°S	1003	879	690	507	360	295	336	460	631	826	967	1044
50°S	990	820	590	376	226	167	205	330	527	753	949	1040
60°S	961	738	466	235	96	50	78	189	397	657	905	1025

La radiación solar incide con mayor intensidad cuanto más perpendiculares llegan los rayos solares a una determinada superficie



Radiación solar recibida según latitud



Atenuación de la radiación por la atmósfera

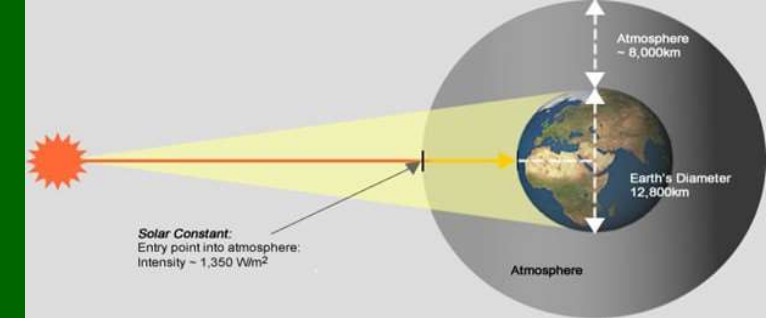
Fuente de la imagen: Webb, P.
https://espanol.libretexts.org/Geociencias/Oceanograf%C3%ADa/Libro%3A_Introducci%C3%B3n_a_la_Oceanograf%C3%ADa_%28Webb%29%3A_Oc%C3%A9anos_y_clima/8.01%3A_8.1_Presupuesto_de_Calor_de_la_Tierra

Fuente de la imagen: <https://www.slideserve.com/trevor-camacho/ley-de-bouguer>

ATENUACIÓN DE LA RADIACIÓN POR LA ATMÓSFERA

Radiación transmitida

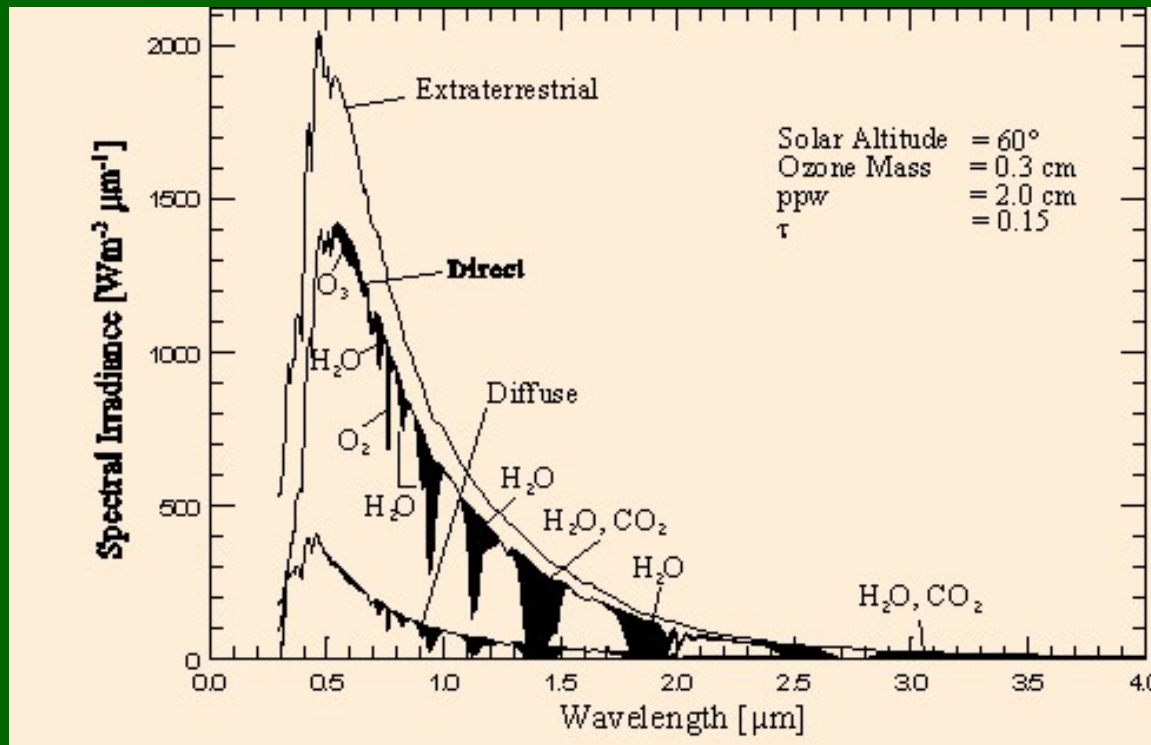
Atraviesa la atmósfera sin modificaciones



Fuente de la imagen: Estudio solar.
<https://slideplayer.es/slide/11739890/>

Absorción

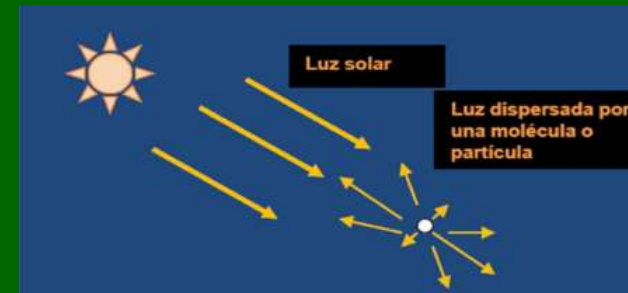
Calentamiento de la atmósfera



Fuente de la imagen:
<http://ramb.cira.colostate.edu/wmovi/VRL/Tutorials/euromet/courses/spanish/satmet/s2720/s2720003.htm>

Difusión o dispersión

Sin modificación de calidad



Reflexión

Cambio de dirección

Sin modificación de calidad



Albedo

% energía reflejada respecto a la incidente

RADIACIÓN SOLAR EN LA SUPERFICIE TERRESTRE

99% Radiación solar
150 – 4000 nm (Onda Corta)

Radiación terrestre
3000 – 100000 nm (Onda Larga)

Ventana atmosférica

Contrarrradiación atmosférica
(CR)

Radiación directa (RD)

Radiación global
(RG)

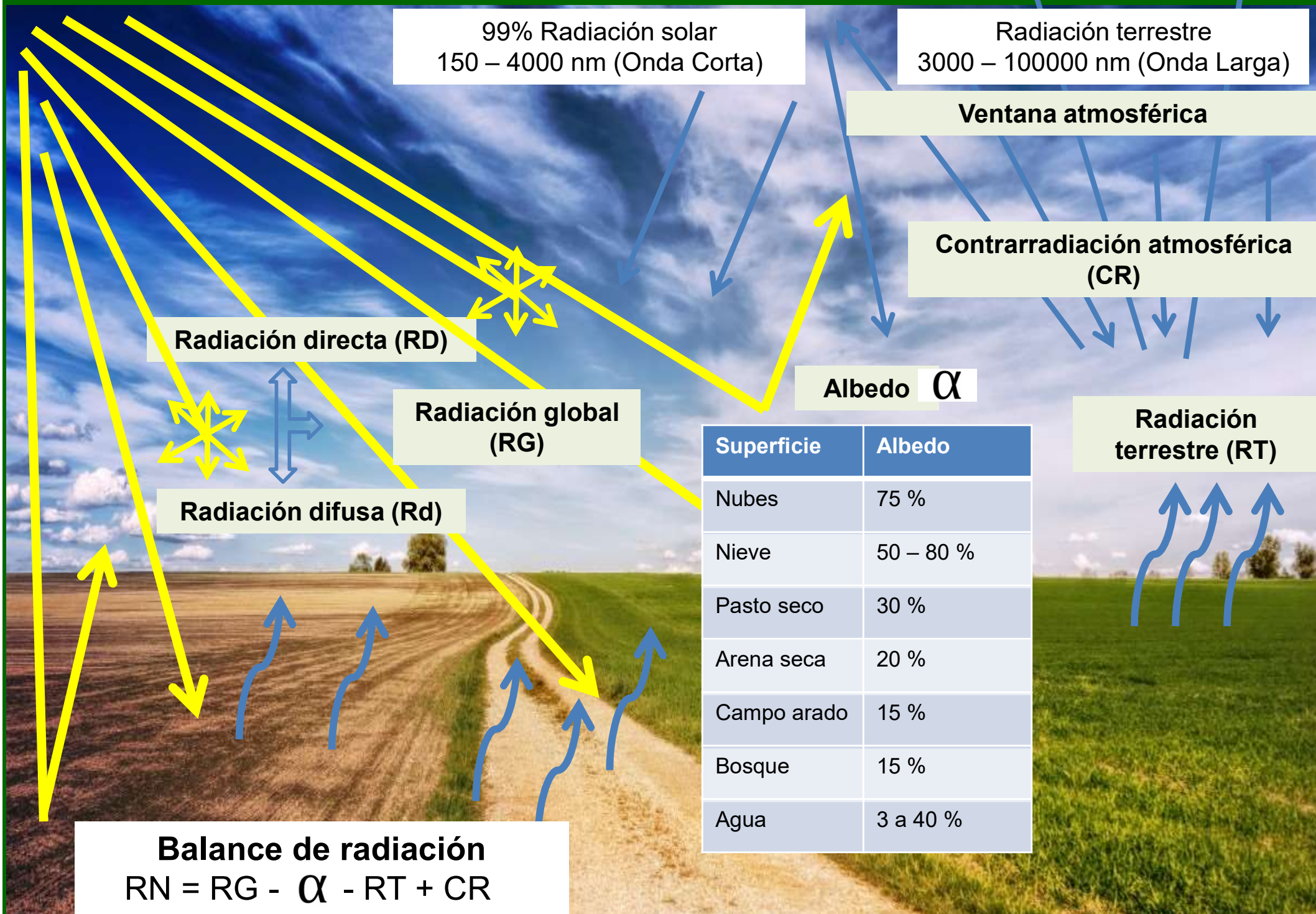
Albedo α

Radiación difusa (Rd)

Radiación
terrestre (RT)

Superficie	Albedo
Nubes	75 %
Nieve	50 – 80 %
Pasto seco	30 %
Arena seca	20 %
Campo arado	15 %
Bosque	15 %
Agua	3 a 40 %

Balace de radiación
 $RN = RG - \alpha - RT + CR$



¿Cómo lograr que las plantas hagan un uso eficiente de la radiación?

Producción de biomasa  **radiación total interceptada**

- ✓ Siembras tempranas
- ✓ Cultivares adaptados a las condiciones climáticas
- ✓ Cultivos múltiples (estación de crecimiento larga)
- ✓ Duración del área foliar
- ✓ Densidad óptima

DURACIÓN

Heliofanía astronómica o teórica (HT)

Cantidad de horas y décimas de la duración del brillo solar sobre un lugar determinado



Latitud
Época del año

Heliofanía efectiva o real (HE)

Duración del brillo solar sin la interferencia de nubes u otros agentes



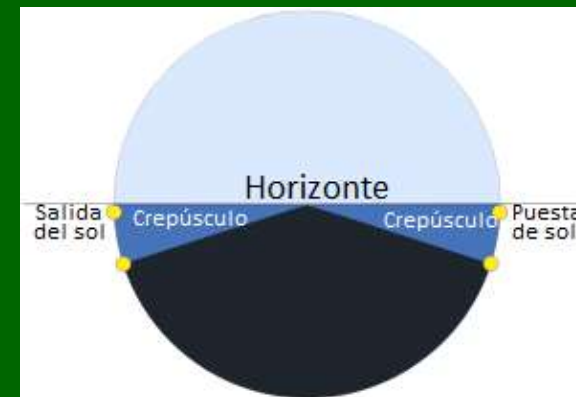
Características de la atmósfera

Fotoperiodo

Heliofanía relativa

$$HR = \frac{HE}{HT} \times 100$$

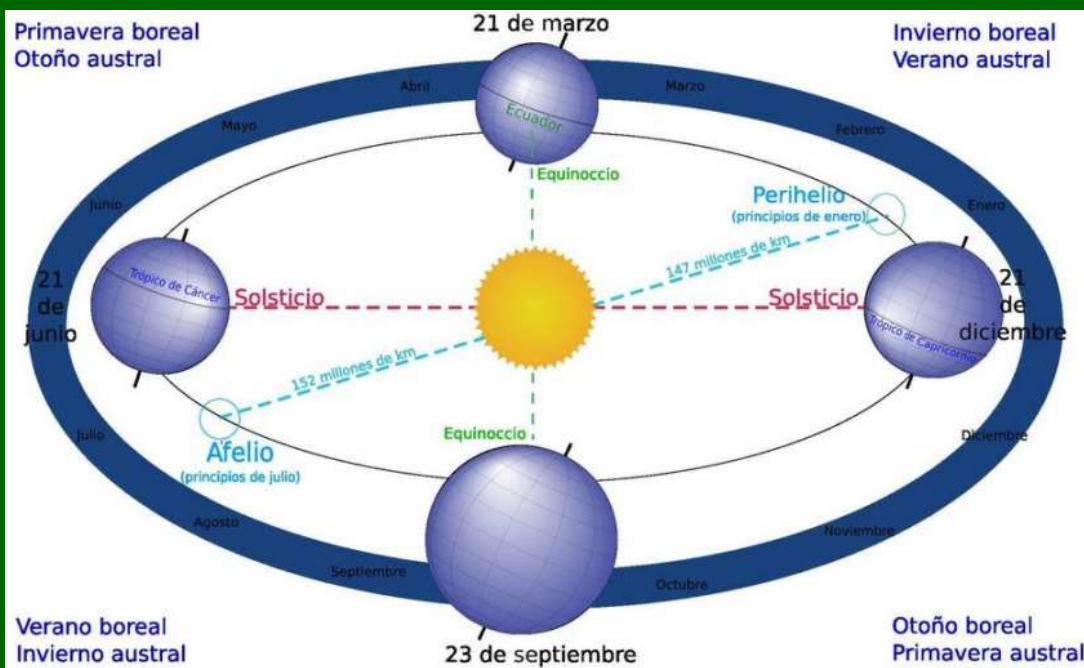
Suma de heliofanía astronómica más los crepúsculos civiles (matutino y vespertino), definidos como el lapso en que el sol se encuentra 6° debajo de horizonte y aparece en el horizonte



Heliofanía según latitud y época del año (Factores de orden astronómico)



Fuente de la imagen:
<http://librodigital.oupe.es/oxed/0626770001300217549/plantilla/ebook/5-4-la-atmosfera-regula-la-temperatura.html>



Fuente de la imagen: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2018-07-05/afelio-tierra-sol-movimiento-orbita_1587741/

DURACIÓN MÁXIMA DE LA INSOLACIÓN DIARIA (Heliofanía teórica astronómica: H) (horas)

Latitud	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
2°S	12,2	12,2	12,1	12,1	12	12	12	12	12,1	12,1	12,2	12,2
4°S	12,3	12,2	12,1	12	11,9	11,8	11,9	12	12,1	12,2	12,3	12,4
6°S	12,4	12,3	12,1	12	11,9	11,7	11,8	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5
8°S	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,8	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
10°S	12,6	12,4	12,1	11,9	11,7	11,5	11,6	11,8	12	12,3	12,6	12,7
12°S	12,7	12,5	12,2	11,8	11,6	11,4	11,5	11,7	12	12,3	12,7	12,8
14°S	12,8	12,6	12,2	11,8	11,5	11,3	11,4	11,6	12	12,4	12,8	12,9
16°S	13	12,7	12,2	11,7	11,4	11,2	11,2	11,6	12	12,4	12,9	13,1
18°S	13,1	12,7	12,2	11,7	11,3	11,1	11,1	11,5	12	12,4	13	13,2
20°S	13,2	12,8	12,2	11,6	11,2	10,9	11	11,4	12	12,5	13,2	13,3
22°S	13,4	12,8	12,2	11,6	11,1	10,8	10,9	11,3	12	12,5	13,2	13,5
24°S	13,5	12,9	12,3	11,5	10,9	10,7	10,8	11,2	11,9	12,6	13,3	13,6
26°S	13,6	12,9	12,3	11,5	10,8	10,5	10,7	11,2	11,9	12,6	13,4	13,8
28°S	13,7	13	12,3	11,4	10,7	10,4	10,6	11,1	11,9	12,7	13,5	13,9
30°S	13,9	13,1	12,3	11,4	10,6	10,2	10,4	11	11,9	12,8	13,6	14,1
32°S	14	13,2	12,3	11,3	10,5	10	10,3	10,9	11,9	12,8	13,7	14,2
34°S	14,2	13,3	12,3	11,3	10,3	9,8	10,1	10,8	11,9	12,8	13,9	14,4
36°S	14,3	13,4	12,4	11,2	10,2	9,7	10	10,7	11,9	12,9	14	14,6
38°S	14,5	13,5	12,4	11,1	10,1	9,5	9,8	10,6	11,8	13	14,2	14,8
40°S	14,7	13,6	12,4	11,1	9,9	9,3	9,6	10,5	11,8	13,1	15,6	16,9
50°S	16,3	14,4	12,5	10,5	8,6	7,6	8,1	9,6	11,7	13,7	15,6	16,9
60°S	17,9	15,3	12,7	9,6	7,4	5,9	6,6	8,8	11,6	14,3	17	18,8

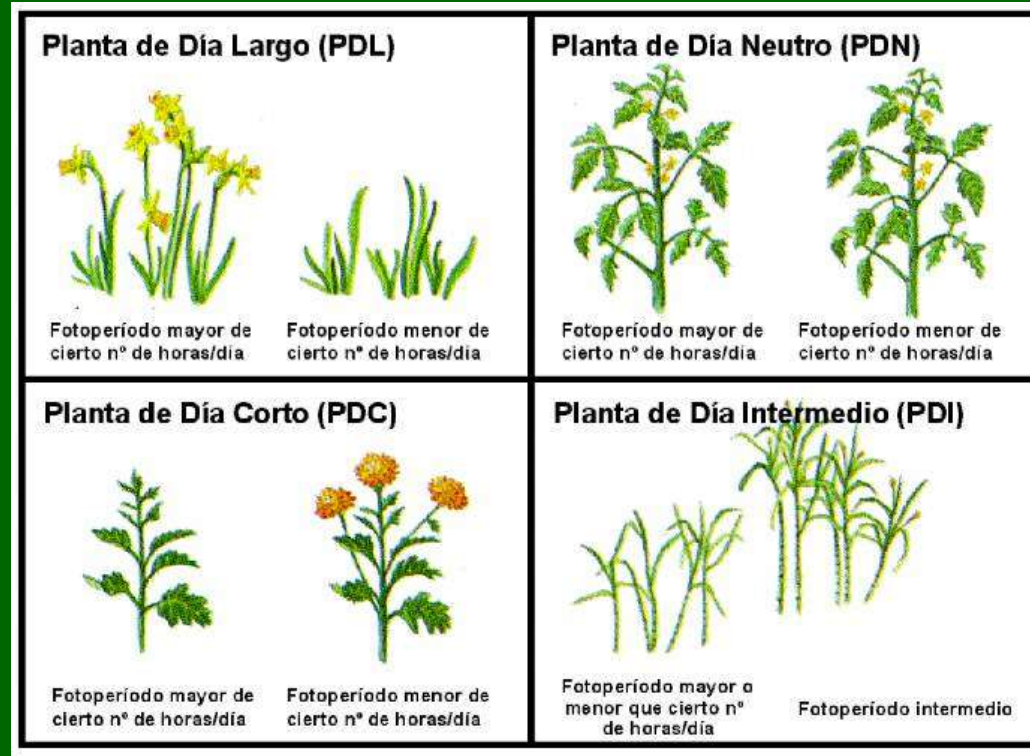
Reacción de las plantas al fotoperiodo

Día largo

Aceleran su desarrollo (anticipando la floración) con días largos (más de 12 h) o el alargamiento de los días (cereales de invierno, lechuga, espinaca, cebolla)

Día corto

Aceleran su desarrollo (anticipando la floración) con días cortos (menos de 12 h) o el acortamiento de los días ((maíz, soja, arroz, algodón, papa)



Fuente:

Universidad Politécnica de Valencia

Disponible en: http://www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_15.htm

Día neutro

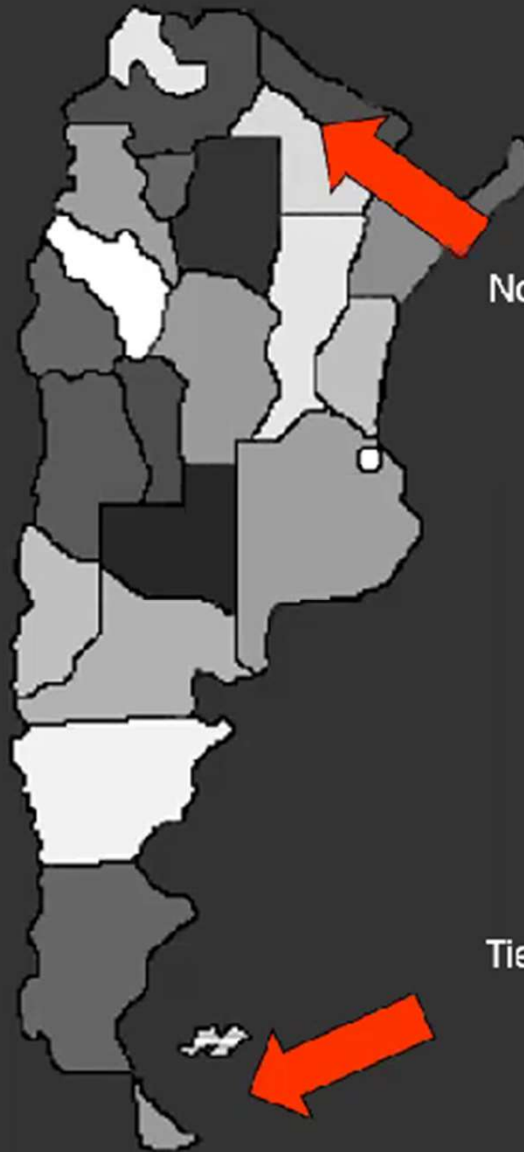
Indiferentes al fotoperiodo, pudiendo florecer independientemente de la duración del día (tomate, pimiento, berenjena)

Día intermedio

Sólo florecen si se exponen a períodos de luz de longitud intermedia. Si el período es mayor o menor que ese rango intermedio, la planta no florece. (caña de azúcar)

Clima argentino

RADIACION SOLAR



Norte del País

Fecha

21/Diciembre

21/Junio

Radiación Astronómica

990 cal/cm²/Día

570 cal/cm²/Día

60% de la del verano

Tierra del Fuego

Fecha

21/Diciembre

21/Junio

Radiación Astronómica

1035 cal/cm²/Día

170 cal/cm²/Día

16% de la del verano

Clima argentino

Heliofania astronómica

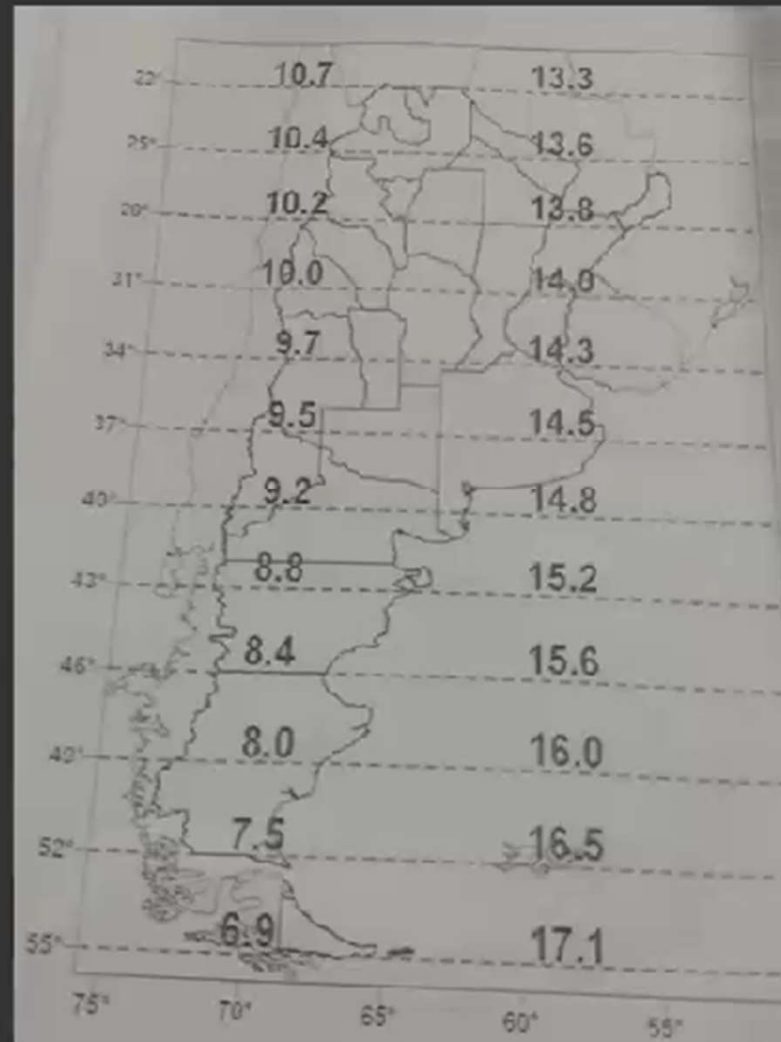
*Duración día mas corto del
año
Solsticio de invierno*

*Duración del día mas largo
del año
Solsticio de verano*

La Quiaca
2 hs 43 min

Buenos Aires
4hs 30 min

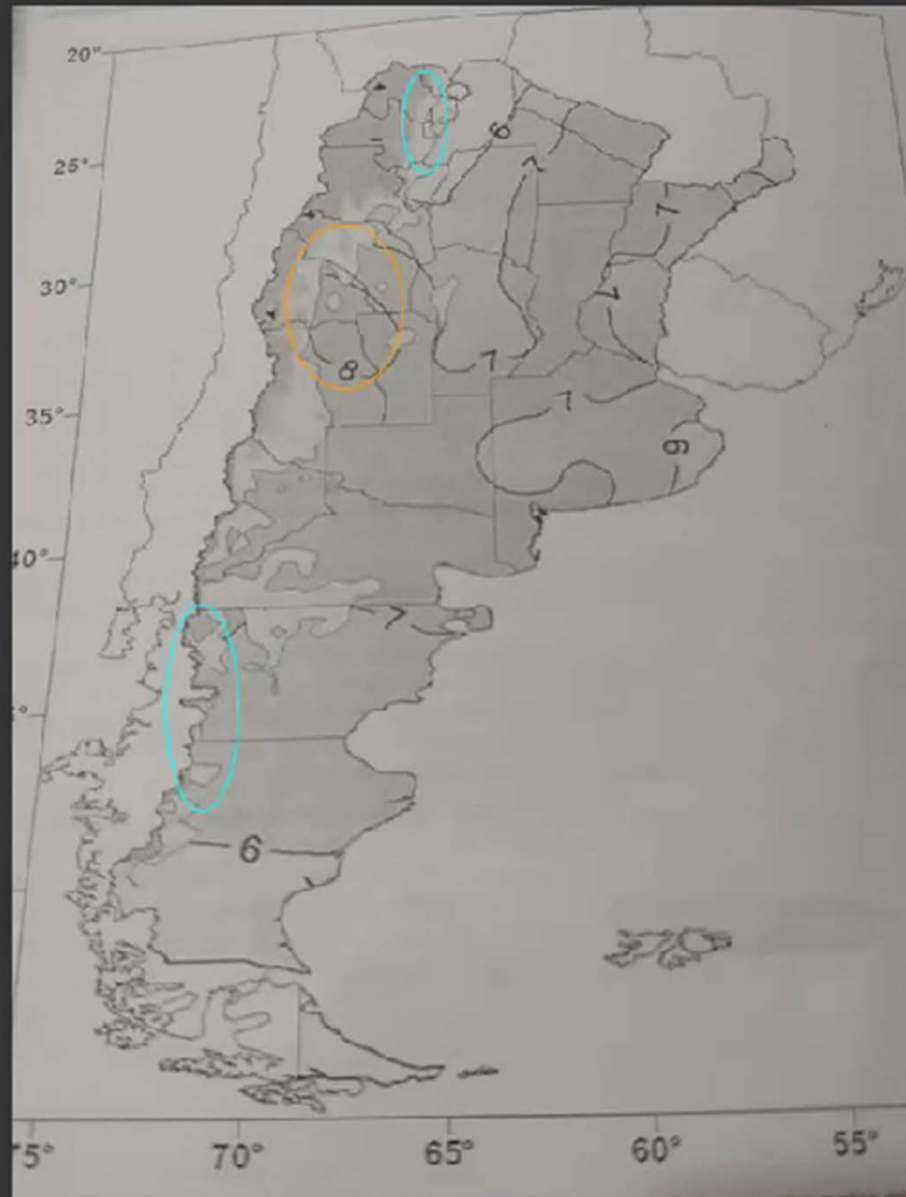
Ushuaia
10, hs 19
min



*diferencia en duración entre el día más
corto y el mas largo del año*

Clima argentino

Heliofanía efectiva



- Menor nubosidad
- Mayor nubosidad