Capítulo III

La luz y el crecimiento de las plantas

Los cuatro procesos más importantes que gobiernan el crecimiento de las plantas son:

- La fotosíntesis.
- La fotomorfogénesis.
- El fotoperiodismo.
- El fototropismo.

El fototropismo es un fenómeno por el cual, las plantas tienden a orientarse hacia las zonas luminosas. Aunque este aspecto es menos importante que los anteriores, también hay que tenerlo en cuenta.

De los anteriores, la fotosíntesis es el proceso merced a la cual la energía radiante es convertida en energía química necesaria para la síntesis de los componentes orgánicos, a partir de los cuales se forma la planta. Este es el proceso más importante del crecimiento de las plantas.

Fotosíntesis. La fotosíntesis es un proceso complicado que puede resumirse como la formación de carbohidratos a partir del anhídrido carbónico, tomado del aire, y el agua, tomada por el sistema radicular. La energía necesaria para que se verifique este proceso químico es suministrada por la luz. Para que la luz sea efectiva, debe absorberse por un pigmento que poseen las plantas verdes. Este pigmento es la clorofila, que se encuentra en los cloroplastos de las células de las hojas de las plantas verdes.

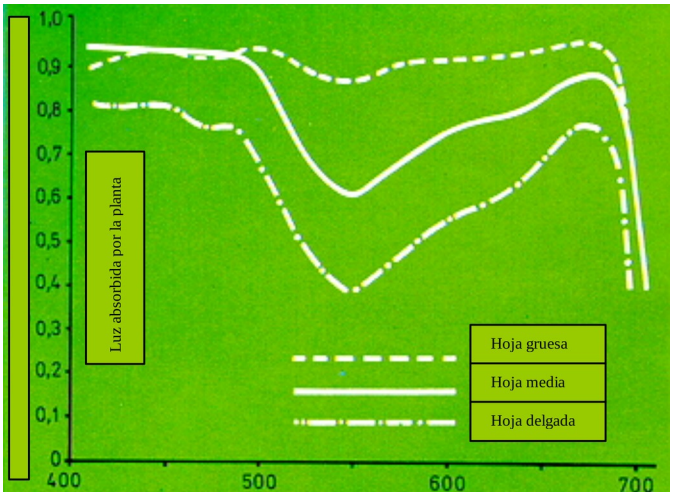


Figura. 5. Absorción por la luz en diversos tipos de hojas.

El nivel energético de la molécula de clorofila aumenta cuando absorbe un cuanto de luz. Este incremento de energía cataliza las reacciones que no dependen de la longitud de onda, que dirigen la síntesis de los carbohidratos. Al incrementarse la intensidad luminosa, se incrementa también la actividad fotosintética, hasta alcanzarse un nivel de

saturación. Este punto de saturación varía con el tipo de especie, así como con las condiciones ambientales.
La clorofila absorbe, principalmente, las radiaciones azules y rojas, y en gran medida refleja la verde. Sin embargo, esto no significa que no use la radiación verde. En hojas gruesas (Fig.5) o donde hay un grueso y tupido follaje, la luz verde es absorbida casi en la misma proporción que la roja o la azul.

Las hojas finas tienen una curva de absorción muy similar a la curva de absorción de la clorofila.

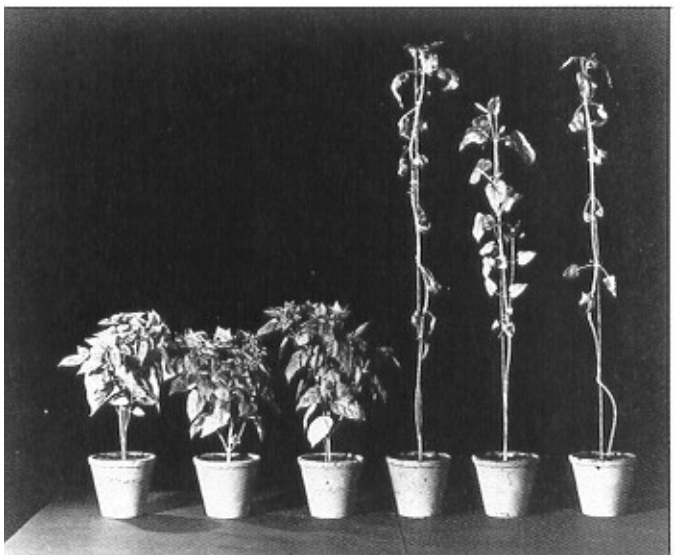


Figura.6. Las plantas que han crecido únicamente bajo luz roja (derecha), muestran entrenudos largos y hojas pequeñas. Las plantas que han crecido únicamente bajo luz azul (izquierda), muestran entrenudos cortos y hojas compactas.

Desde el punto de vista de la utilización de la energía, la radiación roja es la mejor. Un cuanto de luz azul posee una mayor cantidad de energía que uno de luz roja (Ver Fig. 4). Cuando un cuanto de luz azul es absorbido por la clorofila, parte de su energía se pierde inmediatamente en forma de calor. La molécula de clorofila está entonces en el mismo nivel que después de haber absorbido un cuanto de luz roja.

En consecuencia, la luz roja es la más eficaz desde el punto de vista de la irradiación. Sin embargo, sería una equivocación creer que las plantas deben crecer únicamente bajo luz roja, ya que también hay que considerar los efectos formativos. Las plantas que crecen únicamente bajo luz roja desarrollan hojas pequeñas y presenta unos entrenudos excesivamente largos (ahilamiento).

Fotomorfogénesis. Bajo este término se conoce el efecto formador de la luz.

Muchos fenómenos que tienen lugar en las plantas son controlados por la luz, desde la germinación de las semillas, hasta la formación del fruto. La luz inhibe el excesivo alargamiento del tallo, que emite la semilla que germina sin luz, promueve el ensanchamiento de los cotiledones y de las hojas, y aumenta la producción de clorofila cambiando el color de las hojas, de amarillo pálido a verde. Las plantas que crecen

exclusivamente bajo luz roja crecen con tallos delgados y entrenudos largos y tienen hojas pequeñas, mientras que las que lo hacen bajo luz azul se desarrollan de forma normal, como si lo hiciesen bajo luz blanca (Ver Fig.6). Los tallos que crecen altos y delgados bajo la luz roja (ahilamiento), parece que se deben a carencia de luz azul, puesto que si se añade este tipo de luz se evita el crecimiento anormal. Esto significa que en los invernaderos la luz roja puede emplearse como un suplemento luminoso, ya que la luz solar suministra suficiente luz azul. En lo que al alargamiento se refiere, la luz infrarroja impide el normal efecto formador de la luz sobre las plantas, especialmente las cultivadas con luz día, en consecuencia, irradiar con fuentes ricas en infrarrojos (lámparas de incandescencia) puede originar plantas ahiladas.

Fotoperiodismo. Numerosos fenómenos que se producen en las plantas dependen de la duración del período luminoso a lo largo del día. Algunas plantas, como el crisantemo (*Chysanthemum*), florecen solamente si la duración de la luz en cada período de 24 horas es menor que un cierto valor crítico, es decir, son plantas de *día corto*. Otras plantas como la *Campanula Isophylla* son plantas de *día largo*, o sea, que necesitan que la duración de la luz en cada período de 24 horas supere un cierto valor crítico. Existen otras plantas cuya floración no se ve afectada por la duración del período luminoso en el día, por ejemplo el tomate[1] (*Solanum Lycopersicum L.*), a estas plantas se las conoce como de *día neutro*. Finalmente, existen plantas cuya floración depende también de una secuencia de *días largos y cortos*, como *Brophyllum daigremontianum.*

Como regla general, la luz roja es la más efectiva para alargar la longitud de luz diurna. En algunos casos, sin embargo, resulta más efectiva la luz azul, o una mezcla de luz roja e infrarroja, provocando un efecto de día largo. La luz roja puede ser particularmente efectiva para provocar la floración nocturna, pero la respuesta puede anularse por la exposición al rojo-lejano.



[1] Derivado del leguaje azteca *tomatl*

Figura. 7. Planta irradiada sólo con UV-A (derecha). Planta tratada con lámpara SL (izquierda).

Otra respuesta fotoperiódica es el *letargo invernal*. El acortamiento de la luz en los días de otoño en zonas templadas produce un cese en el crecimiento en algunas plantas leñosas como el chopo, el abedul y también en la fresa.



Figura. 8. Letargo invernal en chopo (izquierda).

Durante los días largos, tanto naturales como artificiales, las yemas terminales permanecen activas formando hojas a partir de ellas. A medida que el período luminoso se va acortando el crecimiento cesa después de haber experimentado un desarrollo y dado lugar a hojas verdes. Algún tiempo después las hojas se vuelven amarillas y se caen. En estas condiciones las plantas se preparan para resistir períodos de bajas temperaturas, que coinciden con períodos de *día corto*.

Ciertas especies de plantas se reproducen de forma vegetativa, como las especies *Bryophyllum*, fomando *plantulas adventicias* en las hojas desarrolladas, sólo cuando el crecimiento está bajo las condiciones de *día largo*.

Las condiciones de *día largo* también producen desarrollo en el fresón y en el heno.

La formación de tubérculos en *Dhalia* y en *Begonia* está también afectada por las condiciones de *día corto*. En invierno, los efectos *día largo* (la floración en plantas *día largo* y la no-floración de plantas *día corto*) se han obtenidos alargando el período de

luz con bajos niveles de irradiación artificial, o bien rompiendo el período nocturno durante breves momentos.

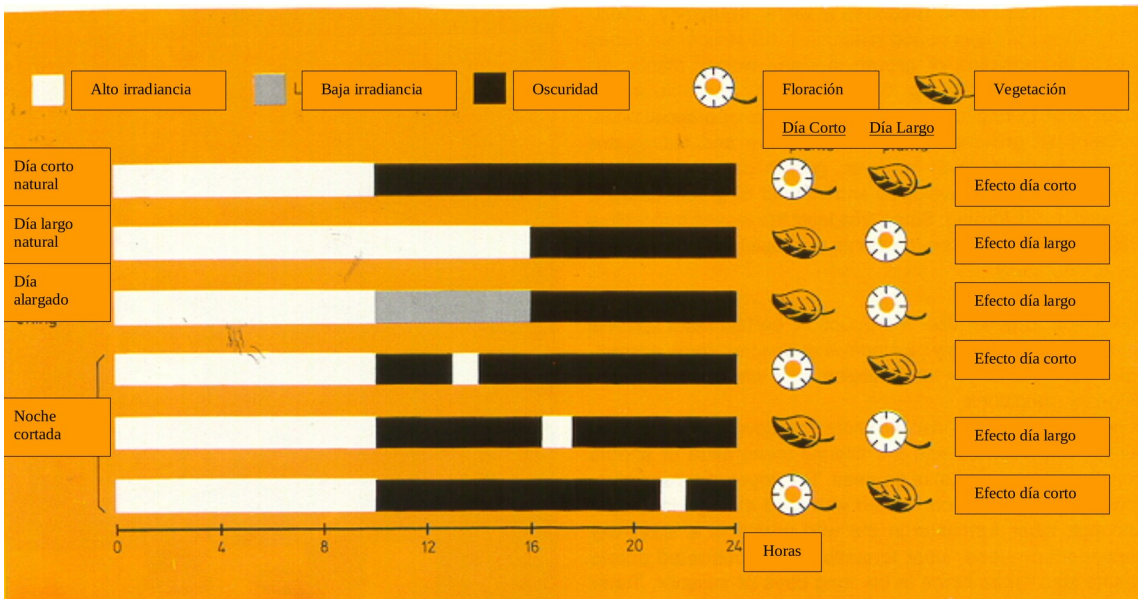


Figura. 9. Reacciones de las plantas a los días corto y largo para diferentes condiciones de irradiación.

Con *Chrysanthemum* y fresones se puede decir que un corto período de ruptura de las horas de oscuridad con luz incandescente tiene el mismo valor que el efecto *día largo*. En consecuencia, no es necesario alargar el período de luz de una forma continua, sino que puede hacerse por períodos de 15 minutos de luz, seguidos de 45 minutos de oscuridad. Ambos métodos han dado resultados parecidos.

Color	Longitud de onda ((nm)	Efecto en las plantas
Ultraviolet	< 315 315-400	Lethal effect Injurious and, possibly, undesirable formative effects (shorter plants, thicker leaves)
Blue	400-500	Photosynthetic effect Compact and sturdy plants Photoperiodic effect Phototropic effect (direction of growth determined by direction of light)
Green	500-600	Limited photosynthetic, formative and photoperiodic effects
Red	600-700	Maximum photosynthetic effect Stem elongation Photoperiodic effect
Far-red	700-750	Excessive stem elongation Photoperiodic effect
Infrared	> 750	No specific effect (radiation absorbed by the plant is converted into heat) unless too great an amount

Tabla I. Efectos fisiológicos en las plantas de las radiaciones electromagnéticas con diferentes longitudes de onda.