# Capítulo X

## Fitotrones

En los últimos años, la importancia adquirida por las cámaras de crecimiento y cabinas provistas de los elementos de control para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ha experimentado un gran desarrollo; tanto desde el punto de vista de la producción, como de la investigación. Estas cámaras permiten controlar los parámetros que rigen el crecimiento de las plantas mucho mejor que como se consigue en los invernaderos o en las cámaras de crecimiento convencionales.

En estas instalaciones se regula la cantidad y la calidad de luz, no sólo de un día para otro, sino en cada momento.

Las cámaras con control completo del crecimiento permiten que todos los factores de crecimiento puedan ser controlados y que los efectos de uno de ellos o la interacción de dos o más puedan ser estudiados de forma individual, bajo condiciones reproducibles. En particular se controlan normalmente, además de los niveles de radiación luminosa, la temperatura del aire, la humedad del aire, la concentración de $CO_2$ en el aire, la temperatura del sistema radicular, el movimiento del aire y la producción de lluvia artificial.

El término que se ha popularizado para la designación de estas cámaras es *fitotrón*, que se utilizó a raíz de la construcción de la primera cámara de control construida en California en 1949. Tal nombre, sin embargo, se utiliza a menudo para designar un conjunto heterogéneo de instalaciones como, cámaras oscuras, cámaras con iluminación artificial e incluso invernaderos con condiciones de crecimiento controlado.

Las cámaras de crecimiento controlado (fitotrones) utilizadas en investigación, disponen de niveles de iluminación que oscilan entre 25000 y 35000 lux (73000 a 102000 $mW.m^{-2}$), si utilizan lámparas fluorescentes color 33, e incluso se alcanzan niveles mayores, equivalente a la luz solar de mediodía (100000 lux). Cuando se cuida el diseño de las plantas de irradiación se pueden alcanzar iluminacias por encima de los 35000 lux (102000 $mW.m^{-2}$).



*Figura 30. Fitotrón para investigación en el Departamento de Horticultura, Agricultura de la Universidad de Wageningen (Holanda). La luz artificial se emite en una habitáculo de 3,5 x 5,5 m mediante 25 luminarias conteniendo lámparas de sodio alta presión y halogenuros metálicos (250 W y 400 W, respectivamente) La iluminación se puede dar en varios niveles de irradiancia, con máximo de 45000 mW.m$^{-2}$.*

El fitotrón mostrado en la Fig. 30 tiene un nivel de iluminancia de 18000 lux (70000 mW.m$^{-2}$) utilizando lámparas TL 40 W/55.

Para mayores niveles de irradiancia se utilizan lámparas de descarga alta presión. Si se necesitase más radiación roja, se podría utilizar un determinado número de lámparas de incandescencia en combinación con las de descarga.



*Figura 31. Vista superior de una celda de iluminación en un fitotrón. Los balastos (10 baterías de 20 balastos de doble circuito) están encima del bastidor. Tanto las lámparas como los balastos están refrigerados mediante la extracción de calor (imagen de la izquierda).*
*Fitotrón en el "Laboratorium voor Tuinbouwplantenteel", Wageningen (Holanda). El sistema está formado por 400 lámparas fluorescentes TL 40/55. Las dimensiones de la cámara son de 4 x 6 metros, y la potencia instalada es de 667 $W.m^{-2}$, con una irradiancia de 70000 $mW.m^{-2}$ (imagen de la derecha)*

El tamaño de la cámara puede variar desde simples cabinas, a instalaciones dedicadas a producción en gran cantidad. Debido a los niveles tan elevados que se tienen de irradiancia, existen problemas a la hora de lograr una buena refrigeración de las lámparas. En la Fig. 32 se da un diagrama esquemático de un tipo de fitotrón de los varios que existen en la *Royal Veterinary and Agruicultural College of the University of Conpenhagen*.

En estos fitotrones se alcanzan niveles de iluminancia de 50000 lux, con una distribución espectral del flujo radiante tan próximo a la curva de sensibilidad de las plantas como sea posible.

Estos valores son elegidos porque la fotosíntesis, y en consecuencia el crecimiento de las plantas, alcanza el valor máximo a los 40000-45000 lux (112000-126000 $mW.m^{-2}$).

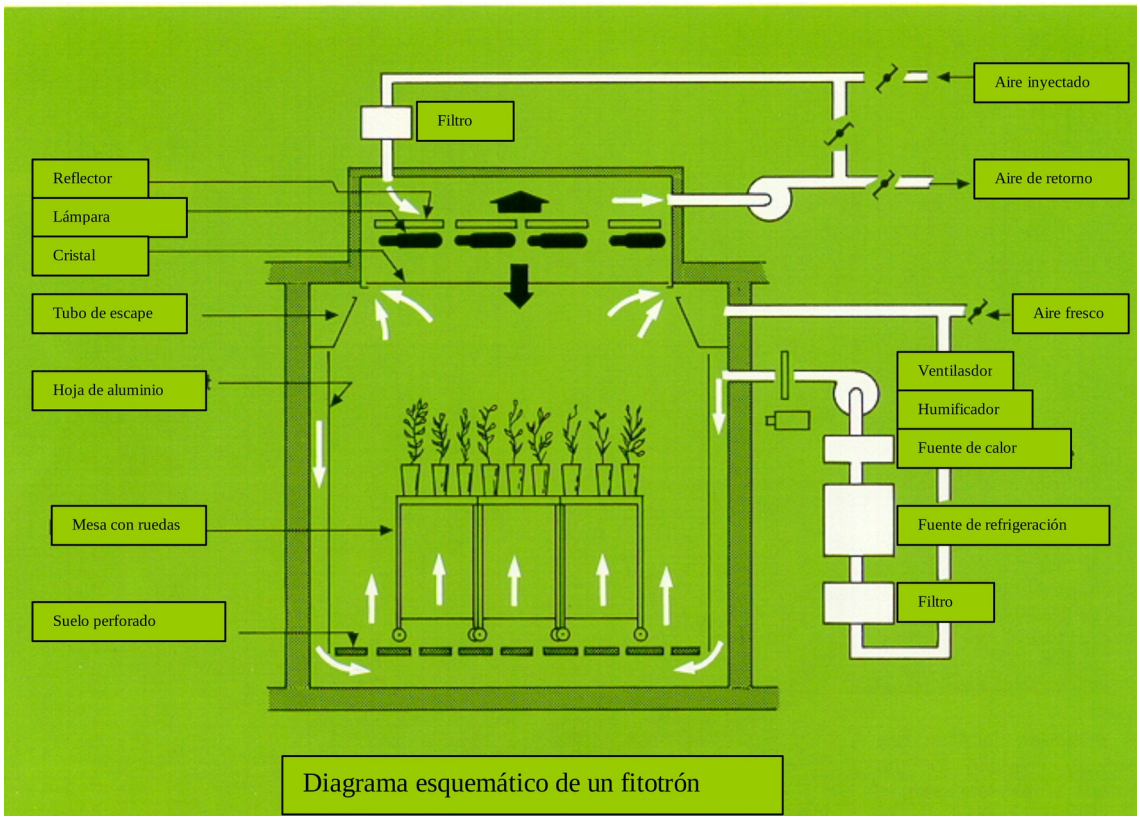



*Figura 32. Instalación de un fitotrón en la Royal Veterinary and Agricultural College of the University of Copenhagen (Dinamarca).*

Las lámparas están colocadas en un espacio separado de la cámara de crecimiento por una lámina de cristal colocada horizontalmente. Para una eficacia máxima de radiación la temperatura en la cámara, donde están las lámparas, no debe exceder de 25 ± 5ºC lo que se consigue mediante ventilación forzada. En estas condiciones, el 75 % del calor producido por las lámparas es evacuado por la corriente de refrigeración de aire (10-15 kW por cada cámara) el 25 % restante es transmitido como calor radiante a la cámara de crecimiento. Pruebas con cristales calor-absorbido calor-reflejado han mostrado unas excelentes propiedades de este tipo de cristales, pero también se han obtenido reducciones importantes de transmisión de la luz en la zona de los rojos en el espectro

electromagnético. Lo que no es beneficioso para las plantas, razón por la cual se siguen utilizando cristales normales en los separadores entre la zona de las lámparas y de las plantas. Por otro lado, las cámaras de crecimiento están forradas por láminas de aluminio, que es un excelente reflector de luz, así como una buena pared refrigeradora. El aire, con temperatura controlada, es impulsado en el fitotrón con poca velocidad ya que entra a través del espacio que existe entre las paredes exteriores y las de aluminio y sale por los orificios que existen en el suelo. La humedad es introducida por la admisión directa de baja presión del sistema. El agua de refrigeración circula a 2-3ºC sobre la superficie de refrigeración, y los sistemas de refrigeración y humidificación son controlados por unos reguladores combinados de temperatura y humedad. El rango de temperatura, está por razones económicas limitado a 5-30ºC controlado entre ± 0,5ºC, y la humedad relativa entre el 40 y el 90 %.

La concentración de $CO_2$ está controlada por dos analizadores de gas, que sirven para controlar seis cámaras climatizadas, logrando que la concentración de $CO_2$ pueda ser controlada de forma independiente entre 0,003 y 1,0 por ciento en volumen.

Los fitotrones están provistos de un sistema automático para proporcionar irrigación y fertilización a las plantas.



*Figura. 33 Fitotrón en el "Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek" (CABO) de Wageningen (Holanda). En cada celda de iluminación existe una combinación de lámparas incandescentes y de vapor de mercurio a alta presión.*

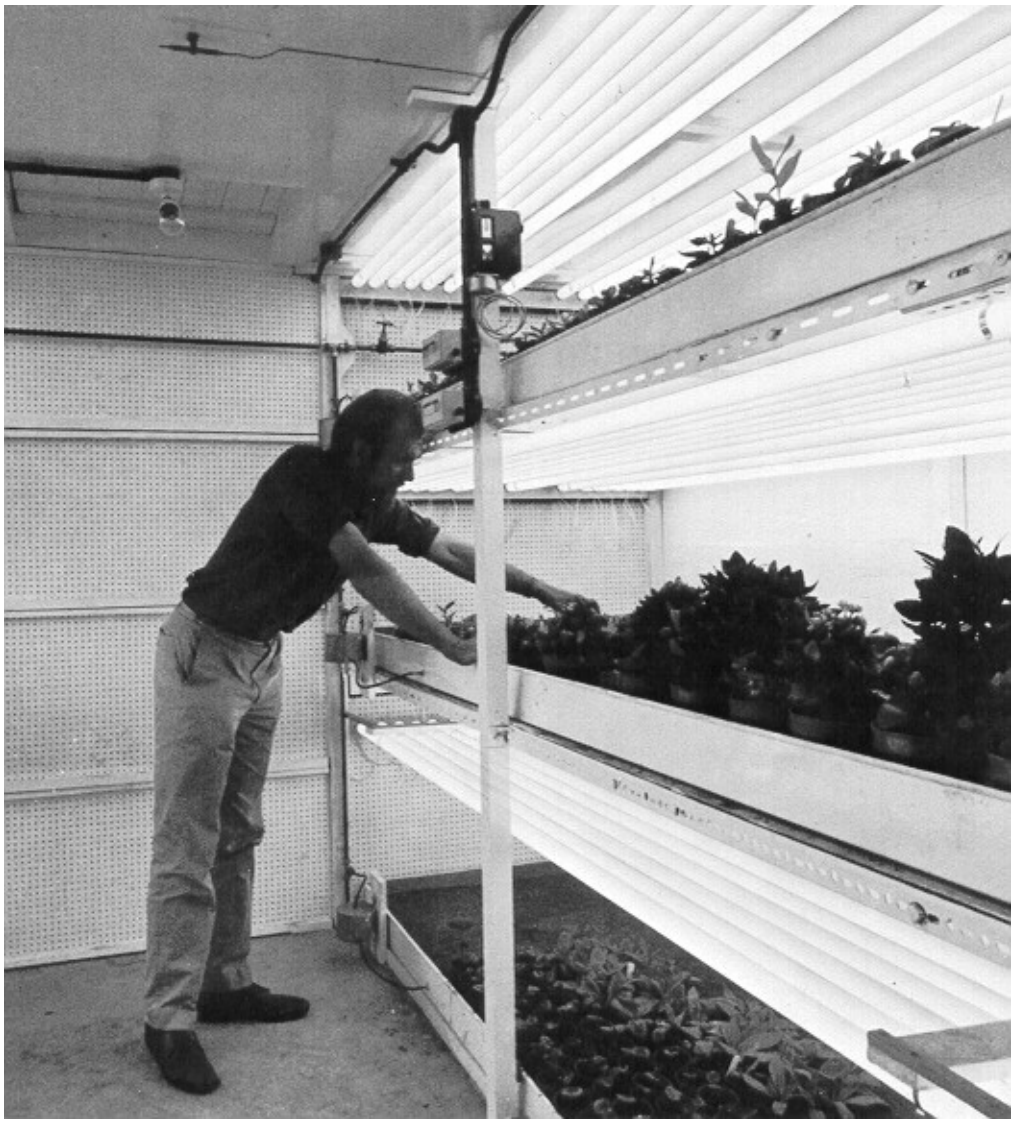


*Figura 34. Cámara de crecimiento controlado en el Pershore College of Horticulture (Inglaterra)*

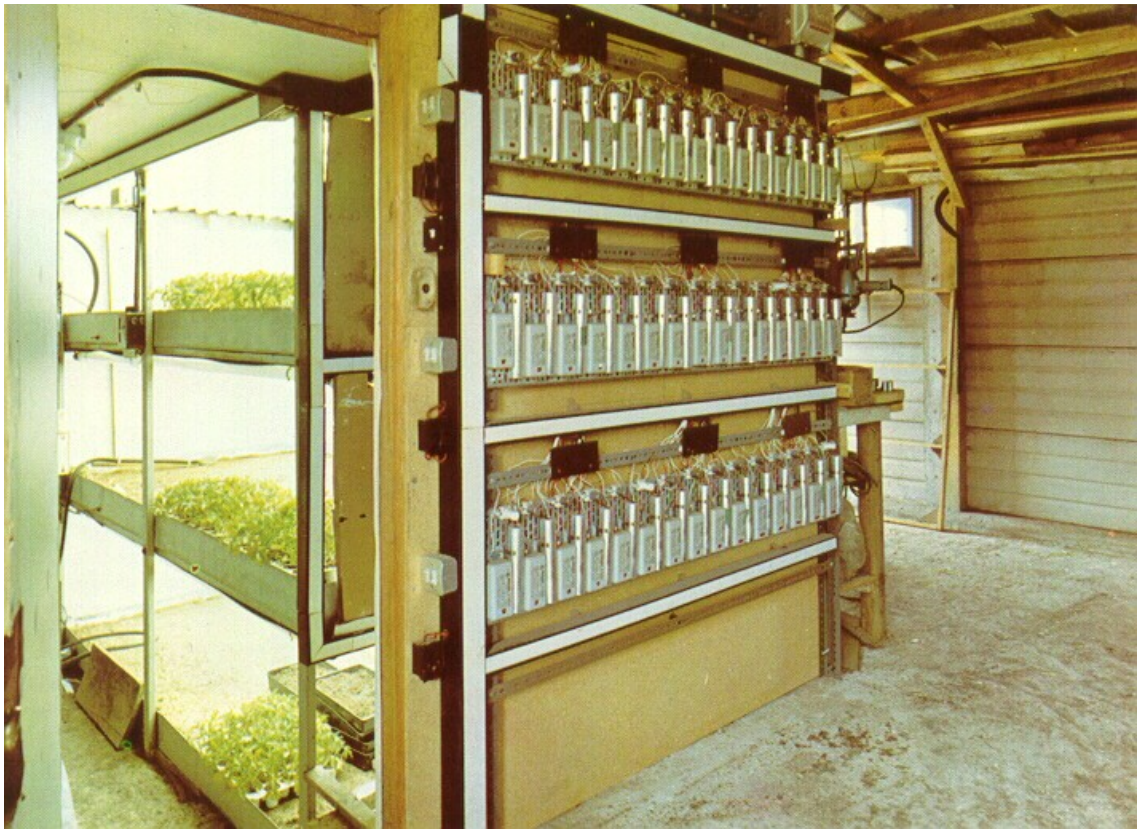


*Figura 35. Fitotrón con plantones de tomates (Inglaterra). Las bancadas están equipadas con lámparas fluorescentes TL F 125 W/33.*



*Figura 36. Vista exterior de una serie de fitotrones en el Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) en Wageningen (Holanda)*