LÁMPARAS Y LUMINARIAS

Capítulo XII

Lámparas

La elección de un tipo de lámpara para una instalación de irradiación de plantas, depende sobre todo de las necesidades que éstas tienen. De los diversos factores de control interrelacionados, hay que considerar: nivel de irradiación, tiempo de irradiación, distribución espectral, características fotoperiódicas y necesidades de crecimiento de las plantas, iluminación suplementaria o sustitutoria de la luz natural, ciclos de iluminación, espacio necesario, etc. La selección del tipo de lámpara de acuerdo con los anteriores factores es difícil.

Tipo de lámpara	Potencia consumida (incluido el balasto)	Flujo luminoso (lm)	Factor de conversión (mW/lm)	Flujo radiante (mW)	Eficacia radiante (mW/W)	Vida útil (h)	Aplicaciones recomendadas
Incandescent							
GLS	150 W	150	2 220	4.2	9 320	62	1 000 photoperiodism, decorative and display
pressed-glass	150 W	150	1 600	4.2	6 720	45	2 000 decorative and display
Fluorescent							
TL'D 33	58 W	70	4 800	2.9	14 000	194	7 500 photoperiodism and photosynthesis
TL'D 82	58 W	70	5 200	2.9	15 000	208	7 500 photoperiodism, photosynthesis and display
TL'D 83	58 W	70	5 400	2.9	15 600	216	7 500 photoperiodism, photosynthesis and display
TL'D 84	58 W	70	5 400	2.9	15 600	216	7 500 photoperiodism photosynthesis and display
TL'D 93	58 W	70	3 750	3.4	12 750	177	7 500 photoperiodism photosynthesis and display
TL'D 94	58 W	70	3 750	3.5	13 100	182	7 500 photoperiodism photosynthesis and display
Compact gas-discharge							
SL*	25 W	25	1 200	2.8	3 360	134	6 000 photoperiodism and display
SL*	18 W	18	900	2.8	2 500	139	6 000 photoperiodism and display
PL 18/82	18 W	25	1 200	2.5	3 020	122	7 500 decorative and display
PLC 18/82	18 W	25	1 200	2.5	3 080	124	6 000 decorative and display
High-pressure mercury							
HPL-N	400 W	423	23 000	2.9	66 700	158	12 000 photosynthesis
HPL-Comfort	50 W	56	2 000	3.1	6 200	111	8 000 photosynthesis and display
Metal halide							
HPI-T	400 W	413	31 500	2.8	88 200	214	8 000 photosynthesis and display
Blended light							
MLL	250 W	250	5 500	3.3	18 150	73	6 000 decorative and display
MLL	100 W	100	1 100	3.3	3 630	36	6 000 decorative and display
MLR	160 W	160	3 100	3.0	9 300	93	6 000 decorative and display
High-pressure sodium							
SON-H[3])	350 W	373	34 500	2.3	79 350	213	8 000 photosynthesis
SON-T	400 W	436	47 000	2.3	108 100	250	12 000 photosynthesis

Tabla IV. Características de las radiaciones de las lámparas utilizadas en horticultura.

Lámpara de incandescencia. La lámpara de incandescencia no requiere para su instalación y funcionamiento de ningún elemento auxiliar tales como balasto o cebador. Sin embargo, el rendimiento luminoso es bajo. Las lámparas de incandescencia no son adecuadas para la iluminación con fines fotosintéticos debido a que su alto contenido en radiación roja produce ahilamiento. Se utilizan en horticultura con fines fotoperiódicos, ya que en estas aplicaciones se requiere solamente romper el período nocturno con bajos niveles de irradiancia (200-800 $mW.m^{-2}$). Otra aplicación consiste en mejorar la reproducción cromática de plantas o flores, en combinación con luz natural o con el sistema general de iluminación artificial.

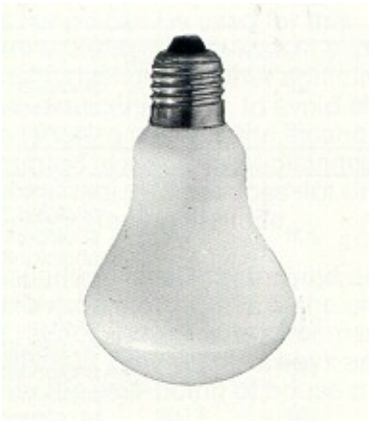


Figura 44. Lámpara incandescente

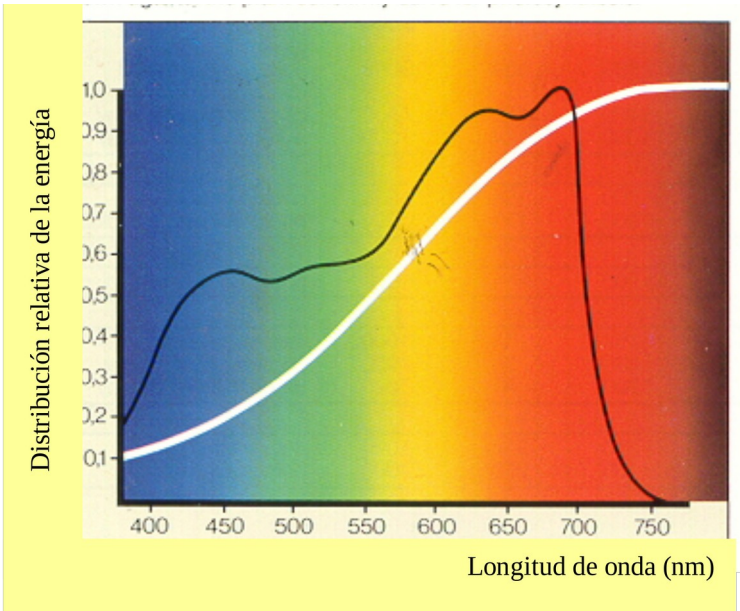


Figura 45. Distribución espectral de la energía de una lámpara incandescente, la curva está representada en blanco. Curva de sensibilidad de las plantas. La curva está representada en negro.

Lámpara fluorescente. Los tubos fluorescentes son lámparas que se utilizan muy a menudo en horticultura, en fitotrones, y en cámaras de crecimiento. La razón estriba en que unen un buen rendimiento luminoso con una baja emisión de calor, además son adecuados para instalarlos sobre los cultivos con una buena uniformidad en su radiación.

El uso de esta lámpara en los invernaderos está restringido a fines fotoperiódicos. Los niveles tan altos que se requieren para la fotosíntesis no se alcanzan en los invernaderos con este tipo de lámparas.

Una de las lámparas fluorescentes más utilizadas es la estándar de color 33 debido a su alta eficacia radiante (200 $mW.W^{-1}$). Para iluminación con fines decorativos se utilizan preferentemente las lámparas de colores 80 y 90, debido a su mejor calidad de reproducción cromática.

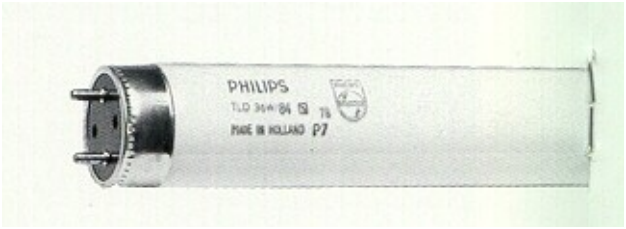


Figura 46. Lámpara fluorescente tubular.

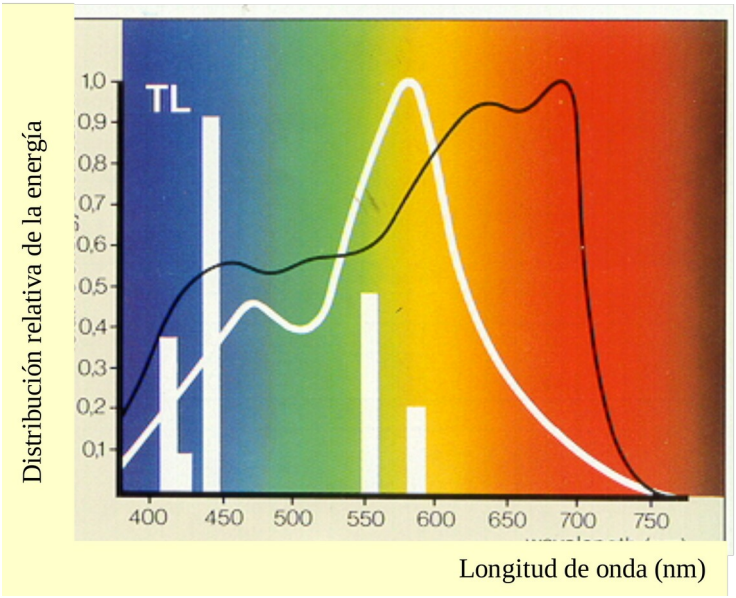


Figura 47. Distribución espectral de la energía de un tubo fluorescente de color 33 (curva representada en blanco). Curva de sensibilidad de las plantas (curva representada en negro). Las barras representan la descarga correspondiente al mercurio, la parte continua la radiación emitida por la sustancia fluorescente que recubre el interior del tubo.

Iluminación fluorescente electrónica HF. Las largas horas operativas de iluminación en cultivo de tejidos, ha dado lugar a la fabricación del sistema de iluminación fluorescente electrónica HF, una buena solución desde el punto de vista económico.

La iluminación electrónica HF ahorra un 25 % de energía en relación con los sistemas de iluminación fluorescentes tradicionales, y es el resultado de una investigación relativamente reciente. Debido al importante ahorro en energía, la inversión adicional que supone su instalación se recupera rápidamente.

Incluso más importante que el ahorro es el hecho que la iluminación electrónica HF hace de la regulación de la luz una simple cuestión; con un simple giro de un botón, la luz se puede regular en un rango desde el 100% al 25%, de su valor nominal, con lo cual, con el 25% se ahorra el 60% del consumo de energía.

La regulación de la luz puede hacerse tanto manual como automáticamente. De forma automática se hace mediante un sensor luminoso que envía la señal a un ordenador, con lo que se posibilita adaptar la cantidad de luz a los diversos estadios en el desarrollo de los cultivos de tejidos de plantas.

Otras ventajas del sistema de iluminación HF son: el apagado automático al finalizar la vida útil de la lámpara, el alto factor de potencia que posee y su poco peso.

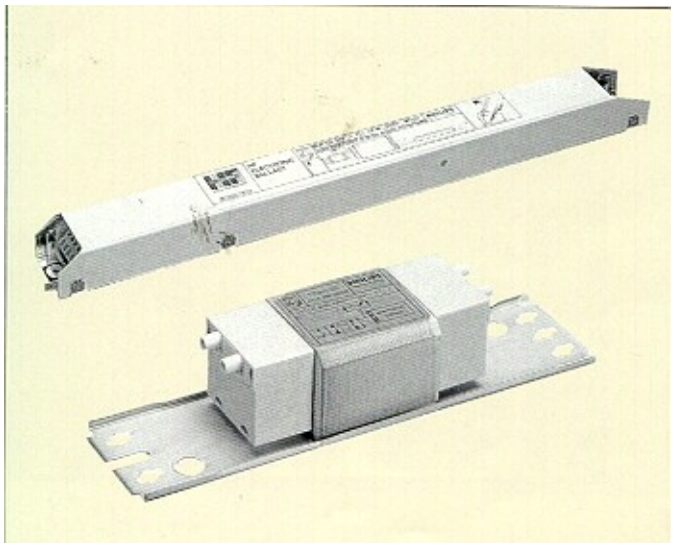


Figura 48. Iluminación fluorescente electrónica HF.

Lámpara de descarga en gas compacta[1]. Las lámparas SL* son lámparas de descarga en gas compacta conteniendo un pequeño balasto y una rosca E27. Puede reemplazar a las lámparas de incandescencia en numerosas aplicaciones, como el alumbrado fotoperiódico, así como en luminarias suspendidas utilizadas con fines decorativos. Tienen una eficacia radiante más del doble que las de incandescencia, con una vida media que oscila entre las 1000 y las 6000 horas.

[1] En 1979 la compañía Philips introdujo en el mercado la lámpara fluorescente compacta SL*

Estas lámparas reducen los costes de la energía eléctrica, así como los costes de reposición de forma considerable.

Las lámparas SL* utilizan la cuarta parte de la energía eléctrica en comparación con las de incandescencia.

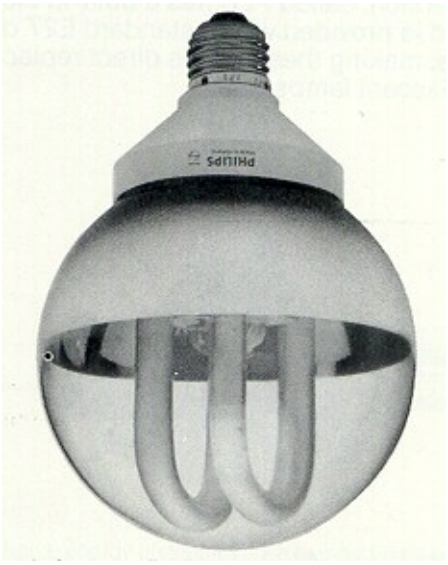


Figura 49. Lámpara de descarga en gas compacta.

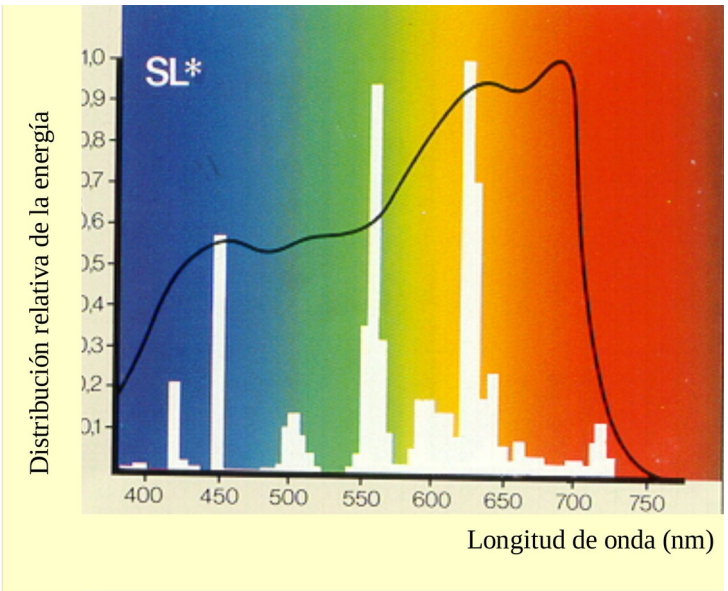


Figura 50. Distribución espectral de la energía de una lámpara SL. El diagrama está representado en blanco. Curva de sensibilidad de las plantas (curva representada en negro)*

Las lámparas PL* son lámparas fluorescentes compactas que ofrecen amplias posibilidades, tanto en áreas decorativas como en iluminación de plantas. Se caracterizan por su alta eficacia, ofreciendo: más luz con menos potencia absorbida, encendido instantáneo, larga duración, cálida y agradable luz, y combinan de forma perfecta con las lámparas de incandescencia.

Las lámparas PL* funcionan con un balasto separado y están equipadas con una base especial, además, deben instalarse con una luminaria también especial, ofreciendo amplias posibilidades.

Una última versión de este tipo de lámparas, denominada PLC, tiene un balasto electrónico incorporado en la misma unidad luminosa y está provista de un casquillo E27 o B22, de esta forma pueden sustituir directamente a las de incandescencia.

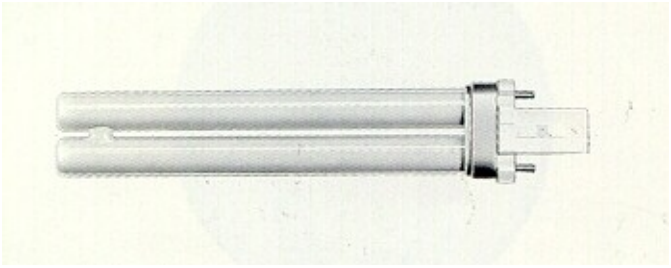


Figura 51. Lámpara fluorescente compacta PL.*

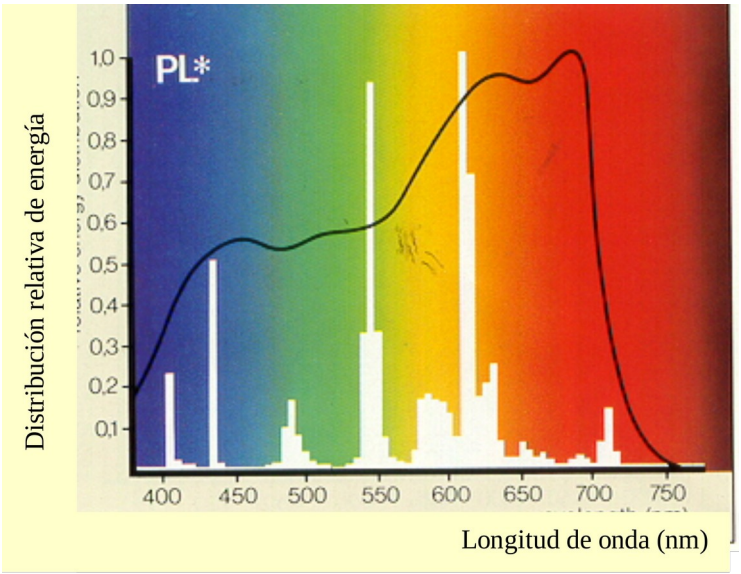


Figura 52. Distribución espectral de la energía de una lámpara PL. El diagrama está representado en blanco. Curva de sensibilidad de las plantas. La curva está representada en negro.*

Lámpara de mercurio alta presión. Las lámparas de mercurio de alta presión, hasta hace poco, se utilizaban de forma generalizada en horticultura, tanto en invernaderos, como en cámaras de crecimiento. La versión dotada de reflector interno (HLR-G) fue particularmente popular ya que permitió ser utilizada con una luminaria sencilla.

En el momento presente, sin embargo, las lámparas de vapor de mercurio alta presión han sido sustituidas por las de halogenuros metálicos y sodio alta presión, en todas las aplicaciones hortícolas en que se precisa una alta eficacia radiante y un mejor control de la distribución de la luz.

La HPL-Confort se utiliza, tanto con fines funcionales, como en iluminación de plantas con fines decorativos.

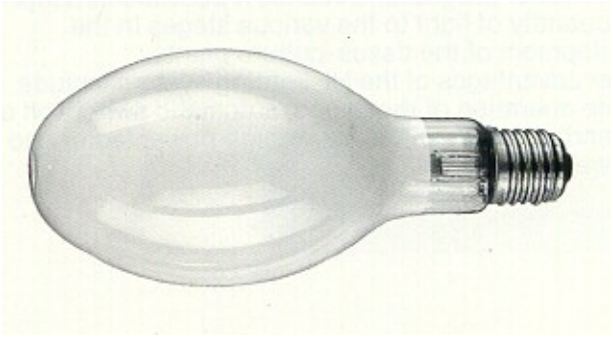


Figura 53. Lámpara de vapor de mercurio alta presión.

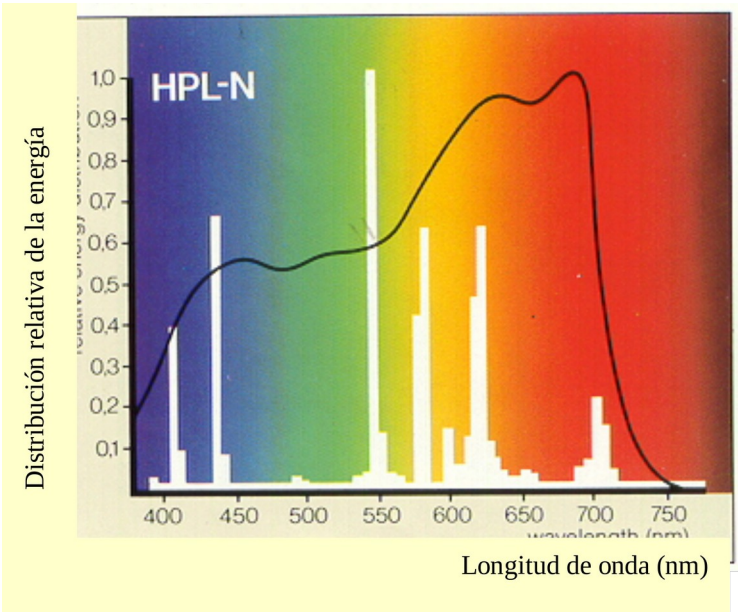


Figura 54. Distribución espectral de la energía de una lámpara de vapor de mercurio alta presión. El diagrama está representado en blanco. Curva de sensibilidad de las plantas. La curva está representada en negro.

Lámpara de halogenuros metálicos alta presión. La lámpara de halogenuros metálicos alta presión, tiene una distribución espectral de la energía muy favorable. Las de menor tamaño tienen una alta eficacia radiante (214 $mW.W^{-1}$) y son adecuadas para la irradiación en invernaderos, así como en cámaras de crecimiento y fitotrones.

Estas lámparas producen un gran flujo radiante (91000 mW en la versión de 400 W), y son ideales en las aplicaciones en que se necesitan altos niveles de irradiancia, como por ejemplo en fotosíntesis.

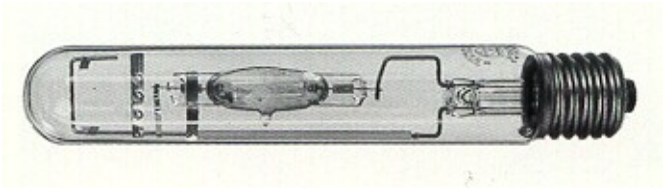


Figura 55. Lámpara de halogenuros metálicos alta presión.

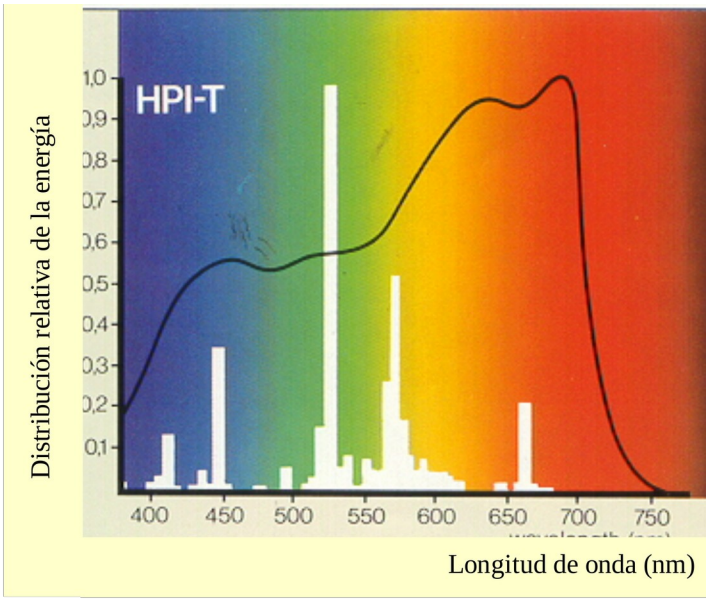


Figura 56. Distribución espectral de la energía de una lámpara de halogenuros metálicos alta presión (diagrama representado en blanco). Curva de sensibilidad de las plantas (curva representada en negro).

Lámpara de luz mezcla. La lámpara de luz mezcla utiliza el filamento de tungsteno como balasto. En consecuencia, no requiere un balasto externo para su funcionamiento, lo que permite poder reemplazar directamente a la lámpara de incandescencia.

La lámpara de luz mezcla, en especial la que va provista de reflector interno (MLR), se utiliza muy a menudo en la iluminación de plantas con fines decorativos. La razón es que en la radiación que emite se unen las radiaciones de la zona del rojo, emitidas por el filamento de tungsteno, y las de la zona del azul por el tubo de descarga de mercurio alta presión. De esta forma se evita el ahilamiento que se produciría en el caso de utilizar sólo incandescencia.



Figura 57. Lámpara de luz mezcla (MLR)

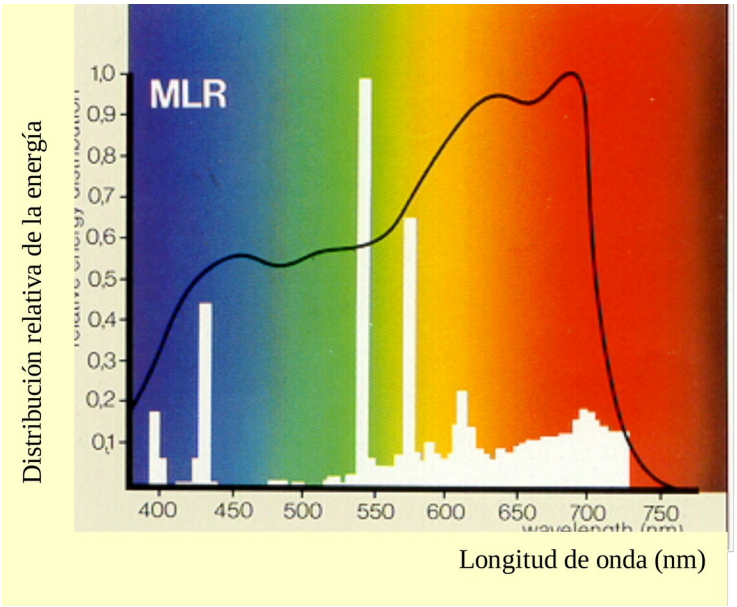


Figura 58. Distribución espectral de la energía de una lámpara de luz mezcla (MLR) (diagrama representado en blanco). Curva de sensibilidad de las plantas (curva representada en negro).

Lámpara de sodio alta presión. La lámpara de sodio alta presión combina una alta eficacia radiante (250 $mW.W^{-1}$) con una buena distribución espectral de la energía radiante, lo que la hace muy adecuada para la iluminación de una amplia variedad de cultivos. Por esta y otras razones (pequeño tamaño, larga duración y flujo radiante constante) esta lámpara es de elección evidente en casi todas las aplicaciones, tanto desde el punto de vista tecnológico, como económico. Los niveles de irradiancia de las lámparas que existen en este momento en el mercado, están comprendidos entre 3000 y 60000 $mW.m^{-2}$, utilizándose con sus propios tipos de luminarias.

Todas estas razones hacen que en nuestros días, la mayor parte de las instalaciones en horticultura estén equipadas con lámparas de sodio alta presión tipo SON-T 400 W.

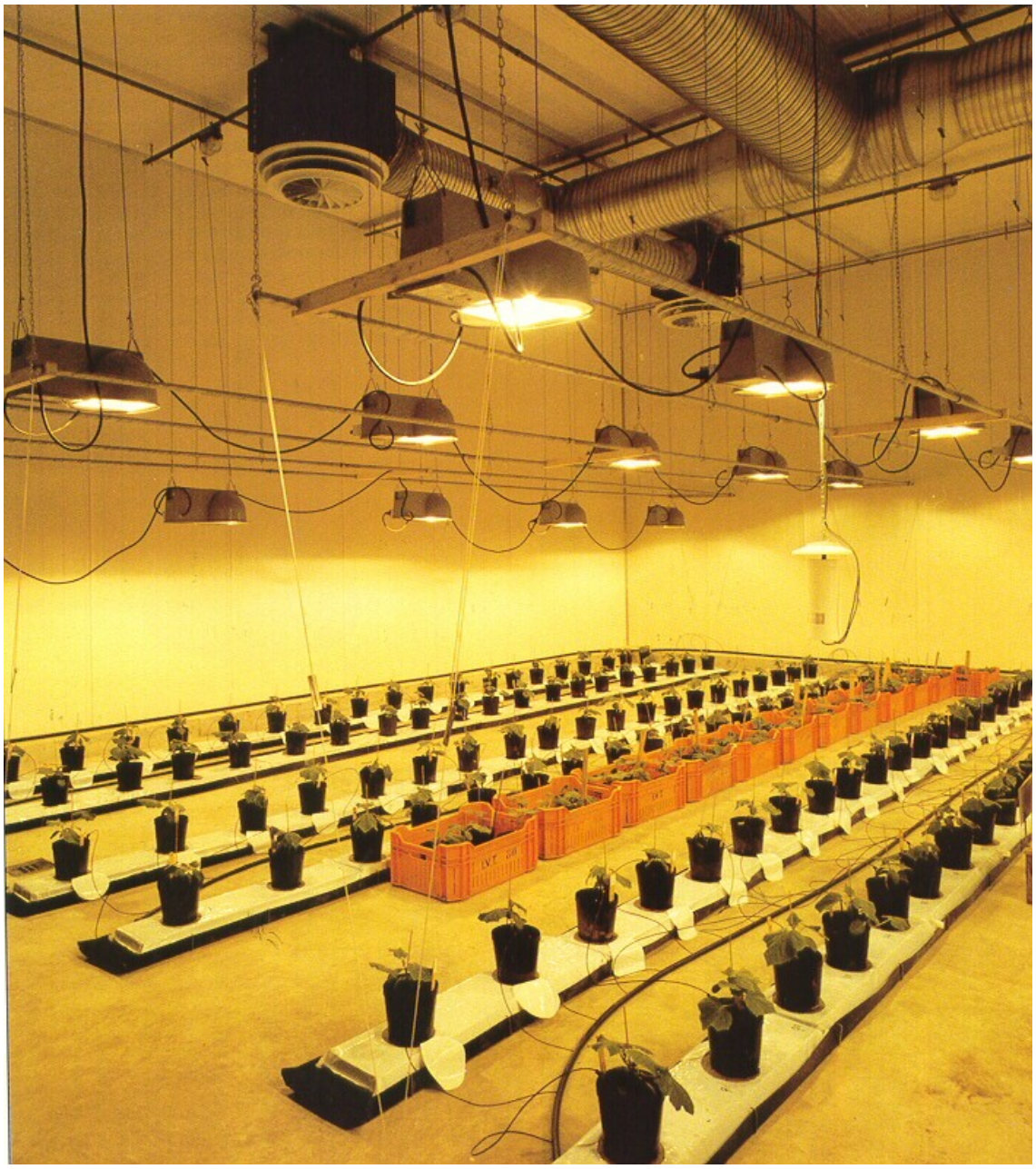


Figura 59. Cámara de crecimiento (10 x 10) del Selektron en el IVT (Institute for Horticultural Plant Breeding), Wageningen, Holanda. Veinticinco luminarias suspendidas, cada una de las cuales tiene una lámpara de vapor de sodio alta presión de 400 W, y proporciona una irradiancia de 24000 $mW.W^{-1}$ a plantas de tomate. Un sistema de riego por goteo administra a las plantas el agua y los nutrientes.

Tanto en las instalaciones de investigación, como en las comerciales, dedicadas al crecimiento de las plantas, la utilización de esta lámpara ha demostrado ser la mejor económicamente. Los crecimientos de las plantas han sido insuperables en condiciones óptimas, siempre que se ha utilizado la lámpara SON-T como iluminación suplementaria de otras fuentes luminosas.

En las áreas del Planeta donde la cantidad de luz natural es muy baja en los meses de invierno, es preferible utilizar sodio alta presión en combinación con halogenuros metálicos. La razón es que las últimas proporcionan un incremento de luz azul. La luz

azul es necesaria para el crecimiento adecuado en ciertos cultivos, como es el caso de la lechuga.



Figura 60. Iluminación artificial de plantas utilizando luminarias provistas de lámparas de vapor de sodio alta presión SON-T 400 W.

Lámparas teniendo una correcta combinación y una correcta eficacia radiante, así como una favorable distribución espectral de la energía, como son las de halogenuros metálicos de 400 W, y las de sodio alta presión, son utilizadas en un amplio rango de aplicaciones de iluminación con fines hortícolas. Estas lámparas son más productivas, mejores en precio, más asequibles, y están caracterizadas por un buen mantenimiento de la iluminación, así como de una larga duración.



Figura 61. Cultivo forzado de cactus, utilizando lámparas de sodio alta presión, en un invernadero en Gravenzande (Holanda).