

Luz y sombreado en cultivo protegido

F.Xavier Martínez Farré *
*Departamento de Producción Vegetal
Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola Barcelona.*

Luis Tapia Fernández, *
M. Dolors Sant Vilella *
*Departamento de Fisiología Vegetal
Facultad de Biología
Universidad de Barcelona*

La luz es el principal motor del crecimiento vegetal. Sin ella no existe fotosíntesis (síntesis de materia orgánica a partir del CO₂ del aire). Gracias a su energía y con el concurso de una serie de condiciones: sustrato, agua, abonado, factores ambientales favorables (temperatura, humedad del aire, etc.), ambiente libre de plagas y enfermedades..., se produce el crecimiento de las plantas. Solo cuando se conjugan esta serie de circunstancias, las explotaciones hortícolas pueden alcanzar su objetivo principal: la producción de material vegetal con el mayor rendimiento económico.

Para conseguirlo, el horticultor realiza una serie de labores encaminadas a proporcionar a la planta este ambiente favorable: construye un invernadero o umbráculo, prepara el terreno o sustrato, programa el riego y abonado, controla la temperatura, humidifica el aire por el día, etc. Con estas labores, trabajo y experiencia, se consigue una explotación hortícola rentable, lo cual no significa que se esté sacando de ella el máximo rendimiento. Es frecuente constatar en los invernaderos el abandono o incorrecto manejo de algunos de los aspectos mencionados.

En el caso de la luz su papel se ha visto menospreciado por sus complicadas interrelaciones con otros factores ambientales como la temperatura o la disponibilidad de agua, que hacen difícil de entender su verdadero papel. En el cultivo al aire libre la luz es un factor incontrolable y en cultivos bajo cubierta se busca más una mejora térmica que lumínica, o simplemente se sombrea para evitar los perjuicios que sobre el

crecimiento y la calidad de determinadas plantas tienen intensidades de luz altas. Pero la falta de atención a la iluminación de los cultivos puede estar costando a algunos horticultores la pérdida de una parte importante de la producción.

Para mejor comprender y controlar la luz, en los casos en que sea posible, vamos a analizar los principales aspectos de su comportamiento tanto desde el punto de vista de su interacción con las cubiertas (plásticas, vidrios y mallas de sombreado) como de su aprovechamiento por las plantas. Dejaremos para otra ocasión su análisis cualitativo y de sus efectos morfogenéticos para centrarnos en los aspectos cuantitativos o energéticos, cuya importancia no siempre se valora en su verdadera magnitud.

¿Que entendemos por luz?

Por luz se entiende normalmente el conjunto de ondas electromagnéticas capaces de impresionar la retina del ojo humano. Sin embargo la energía que proviene del sol, de las lámparas de incandescencia, o de fluorescentes está realmente formada por muchos tipos de ondas de características distintas: la «luz» ultravioleta UV de efectos dañinos en las plantas y en el hombre; la luz aprovechable por las plantas o PAR (del inglés Photosynthetic Active Radiation = Radiación Fotosintéticamente Activada); y el infrarrojo IR o «luz» no visible pero capaz de calentar.

Si nos centramos en la luz solar, y dejamos para otra ocasión el tema de la iluminación con lámparas, estas son las proporciones:

— La luz ultravioleta representa el

4% de toda la energía recibida del sol.

— La luz PAR representa el 44%, es decir **sólo la mitad aproximadamente de la luz que se recibe en un instante dado es «aprovechable» por las plantas.**

— El IR representa el 52% restante, esta «luz» calienta pero no sirve para hacer fotosíntesis.

¿Como se mide la luz?

Para medir la «luz» se emplean sensores apropiados sensibles a una determinada banda lumínica: irradiancia (total), iluminancia (lux), infrarrojo, PAR,... Según la posición en que coloquemos los sensores mediremos la luz incidente, difusa o reflejada (Fig. 1). Al hablar de luz recibida o incidente se suele entender,



Sensor de radiación PAR. Pequeño como una peseta, vale 100.000 Pts. pero, sin duda, puede rendir grandes beneficios al horticultor.

(*)

Miembros de la «Sociedad Española de Ciencias Hortícolas».

Los trabajos de investigación citados en el presente artículo, y que han dado lugar al mismo, han sido parcialmente financiados por la «CAIXA DE BARCELONA» y la «CIRIT» («Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica») de la Generalitat de Catalunya.

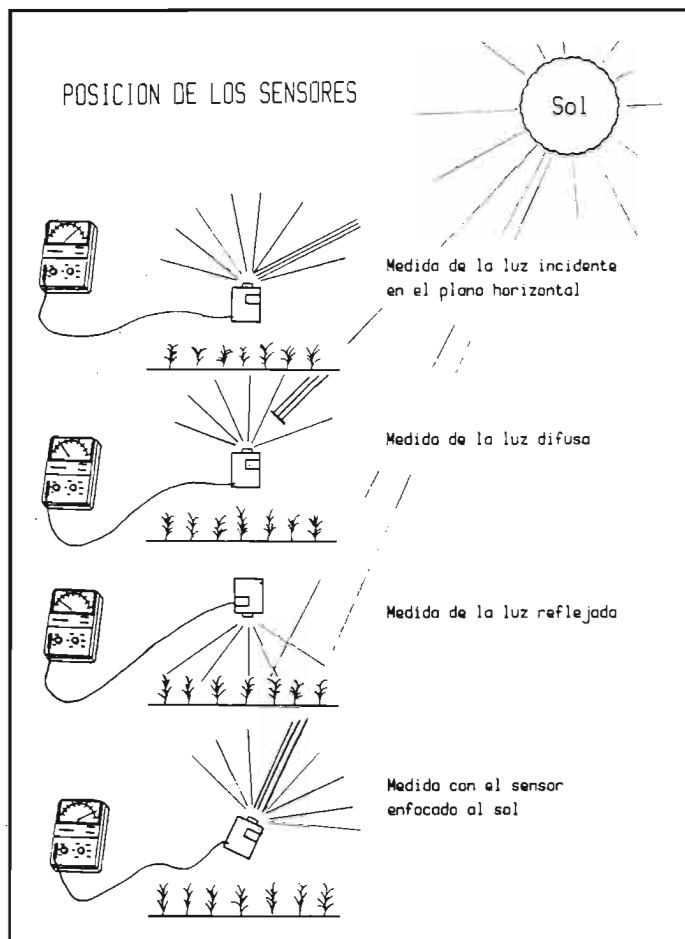


Figura 1
Medidas de luz con los sensores de radiación colocados en diversas posiciones.

medida con el sensor horizontal y no con el sensor enfocado en la dirección del sol.

Los sensores más comunes son de tres tipos:

- De radiación total (miden principalmente la suma de PAR + IR), pueden medir el cal. cm-2. min-1 (calorías por centímetro cuadrado y minuto) o Wm-2 (vatios por metro cuadrado).
- De radiación aprovechable para la fotosíntesis (PAR), cuyas unidades son $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (microEinstens por metro cuadrado por segundo).
- De iluminación cuyas unidades son los lux.

Los más aconsejables son los sensores de PAR que miden la luz utilizable por las plantas y los de radiación total que miden toda la ener-

gía recibida. Los sensores de lux son más baratos y pueden utilizarse de forma orientativa para medir la iluminación solar pero no el PAR. Su sensibilidad es muy similar a la del ojo humano pero no a la de las plantas ya que no detectan bien ni la banda azul ni la roja que son justamente las de mayor importancia para la fotosíntesis. Los luxómetros, por tanto, no deberían utilizarse sin conocer sus limitaciones sobre todo bajo cubiertas de color o con luz artificial (Fig. 2).

Conviene familiarizarse con las unidades antes de proseguir y lo mejor es recordar los valores que se obtienen al medir en un día soleado de verano al mediodía, es decir en el punto de máxima luminosidad solar. Para la geografía española y midiendo con el sensor en posición horizon-

tal los valores aproximados serían: $1,34 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ igual a $1000 \text{ w} \cdot \text{m}^{-2}$ de luz total lo que equivale a 110.000 lux o a $2000 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ de luz PAR. Estos valores varían en función de la época del año (Tabla 1).

No es imprescindible para el horticultor preocuparse del significado de las distintas unidades. Sin embargo, si es conveniente que sepa entre que valores se mueve la luz que recibe fuera y dentro de su invernadero, el camino que sigue la luz al llegar a la cubierta, y sobretudo los valores requeridos por las plantas que cultiva.

Revista

horticultura

APARTADO, 48 - REUS

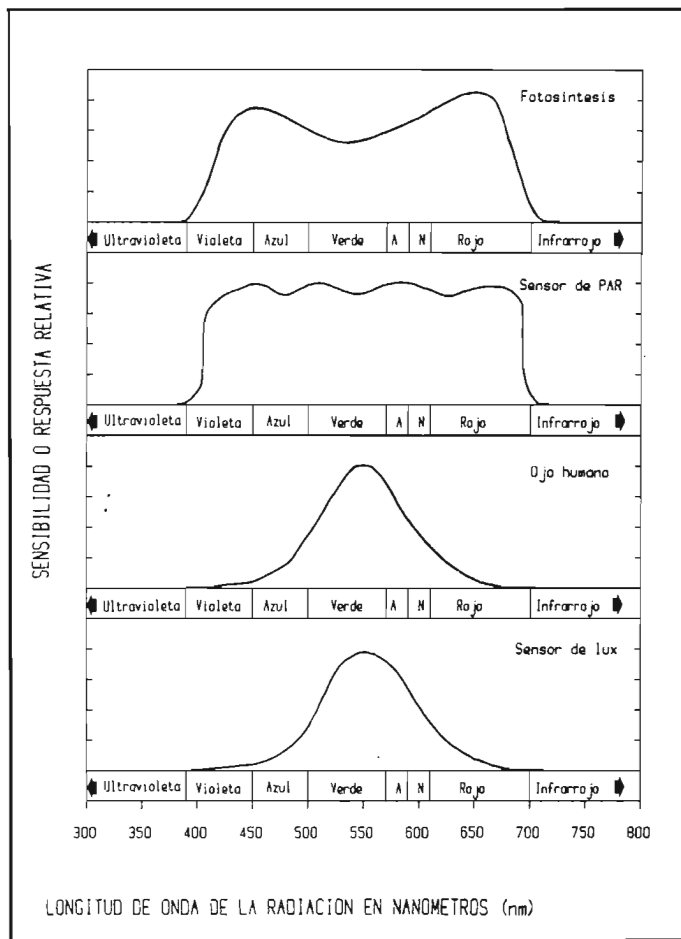


Figura 2
Respuesta a los colores para distintos sistemas sensores de luz: fotosíntesis de la hoja, medidor de PAR, ojo humano y medidor de lux.

El recorrido de la luz al llegar al invernadero

De la luz que llega a un invernadero: una parte es reflejada por la cubierta, otra se convierte en calor en la misma cubierta, otra se convierte en calor en el suelo y en todos los objetos que hay en el invernadero, y otra parte es absorbida por la planta. Esta luz que absorben las plantas se convierte también, casi toda, en calor y es la responsable de la transpiración (evaporación del agua por las hojas), solo una pequeña porción es parovechada para la fotosíntesis o crecimiento (Fig. 3). Los porcentajes varían dependiendo de las cubiertas, de la densidad y tamaño de las plantas en el invernadero, y de la especie cultivada.

En este sentido es importante hacer hincapié en cuatro aspectos que suelen ser descuidados en el aprovechamiento de la luz:

- Limpiar las cubiertas sobre todo de cara al otoño, y eliminar todas las mallas, trozos de cortinas térmicas, etc. que sombreen el cultivo.
- Aprovechar las superficies de cultivo sin mantener zonas permanentemente vacías, utilizando densidades de plantación adecuadas,
- Hacer reflectoras las superficies internas que no puedan ser eliminadas (tubos de calefacción, pies de soporte, etc.) con láminas de aluminio o pintura blanca.

Todo ello mejora la proporción de luz que recibe el cultivo, y a lo largo del tiempo conlleva mejores crecimientos.

En definitiva toda la luz que se recibe, menos la reflejada por la cubierta y la aprovechada por las plantas para la fotosíntesis, se convierte en calor, que se pierde por aireación del invernadero y por reirradiación por la noche en forma de luz infrarroja (IR).

LA LUZ Y LAS PLANTAS

La luz, como ya hemos mencionado, se mide en unidades de energía por unidad de superficie y por

Mes	PAR	Irradiancia		Iluminancia
	uE.m-2.s-1	W.m-2	cal.cm-2.min-1	lux
Enero	900	450	0,6	50.000
Febrero	1200	600	0,8	66.000
Marzo	1500	750	1,0	82.000
Abril	1800	900	1,2	98.000
Mayo	2000	1000	1,3	110.000
Junio	2000	1000	1,3	110.000
Julio	2000	1000	1,3	110.000
Agosto	1800	900	1,2	98.000
Septiembre	1500	750	1,0	82.000
Octubre	1400	700	0,9	74.000
Noviembre	1000	500	0,7	58.000
Diciembre	900	450	0,6	50.000

Tabla 1 - Radiación solar incidente en Barcelona al mediodía, en días claros, a mediados de cada mes.
(Valores aproximados utilizando las relaciones:
 $1,34 \text{ cal.cm-2.min-1} = 1.000 \text{ W.m-2} = 2.000 \text{ uE.m-2.s-1} = 110.000 \text{ lux}$).

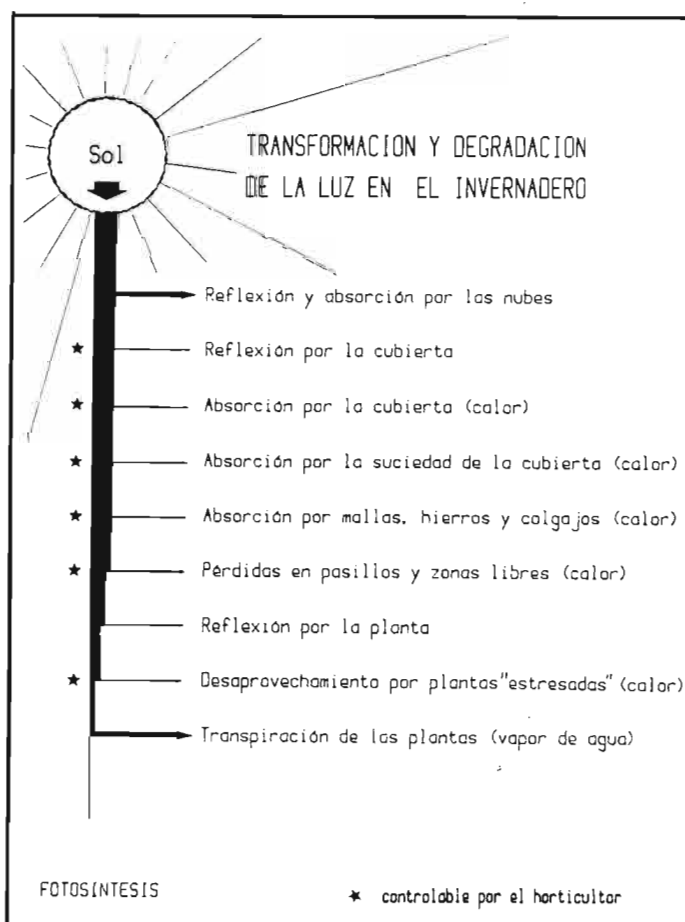


Figura 3

El recorrido de la radiación solar y sus transformaciones en el invernadero.

unidad de tiempo, por ejemplo: 2000 uE.m-2.s-1 (dos mil micro Einsteins llegados por metro cuadrado de suelo y segundo de tiempo).

Veremos ahora como capta y

aprovecha la luz una planta o como la luz, motor principal del crecimiento, puede afectar a la planta deteniendo su crecimiento o incluso dañándola irreversiblemente. Para ello

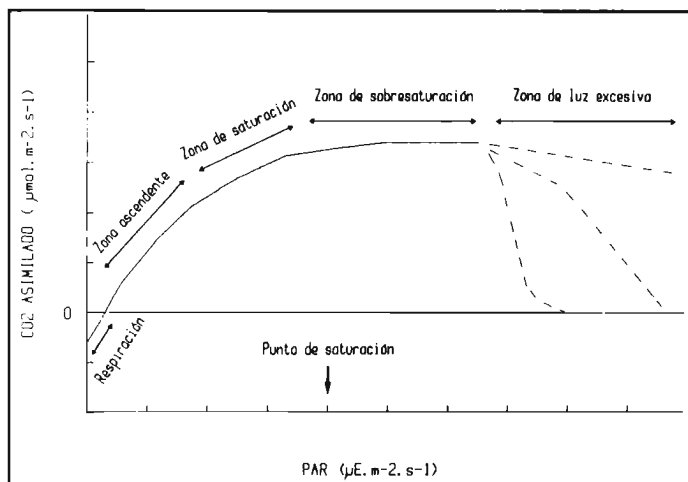


Figura 4

Modelo de curva de respuesta de la fotosíntesis a la luz con: zona de respiración a baja luz; zona de ascenso rápido de la fotosíntesis; zona cercana a la saturación con ascenso lento de la fotosíntesis; zona sobresaturada; y zona de luz excesiva con riesgo de perjuicios a la fotosíntesis.

realizaremos una experiencia sencilla:

En oscuridad y temperatura normal (18-25 °C) la hoja respira, es decir desprende CO₂. Si la iluminamos con una luz de intensidad baja y la aumentamos progresivamente, la hoja cada vez capta más CO₂ con lo cual parece que deja de respirar. Esto no es cierto, en realidad la planta sigue respirando, lo que sucede es que capta más CO₂ del que pierde por respiración. Pronto se llega a un valor determinado de intensidad luminosa en el que el CO₂ desprendido por respiración es igual al absorbido por fotosíntesis. Este valor de intensidad luminosa se denomina «**punto de compensación lumínico**» y es una característica de cada planta en un determinado estado de desarrollo y condiciones de cultivo. En la zona de baja luz, más luz representa más fotosíntesis. Al seguir incrementando la luz, la fotosíntesis sigue aumentando pero cada vez en menor proporción, hasta que llega un punto en que los aumentos de intensidad de luz no se traducen en aumentos de fotosíntesis, es el «**punto de saturación lumínico**» (Fig. 4).

Veamos otro caso de saturación: la taquillera de un cine. Si en una hora acuden al cine un cliente, solo despachará una entrada por ho-

ra; si le llegan 120, despachará 120 entradas; si van 500 despacha 360 por hora; si van 1000 despacha 360. Ya no puede ir más rápido, su saturación está en 360 clientes por hora (360 microEinsteins). En el caso de la luz los «clientes» no esperan, si no son captados se van. Por supuesto hay taquilleras más rápidas que otras, es decir, con saturaciones más altas. Las hojas de maíz no se saturan, ni a 2000 uE.m-2.s-1, las de geranio se saturan alrededor de 700 uE.m-2.s-1, las hojas de *Scindapsus aureus* (Pothos) a los 500 uE.m-2.s-1 y las de *Cissus* sp. a menos de 180 uE.m-2.s-1 (Fig. 5).

La planta completa se comporta también con una dinámica de saturación. La principal diferencia, en relación a nuestro ejemplo, es que las hojas que forman una planta se somborean unas a otras, y no reciben la luz por un igual, por lo tanto la luz necesaria para llegar a saturar toda la planta es superior a la que satura una hoja aislada perpendicular a los rayos de luz. Por este motivo es mucho más útil la luz difusa que la luz directa. Es más efectivo (Fig. 6) tener iluminadas dos hojas con 1/2 de la luz que una sola hoja con toda la luz, ya que la hoja iluminada capta toda la luz y sombrea a la de abajo, pero no es capaz de aprovecharla

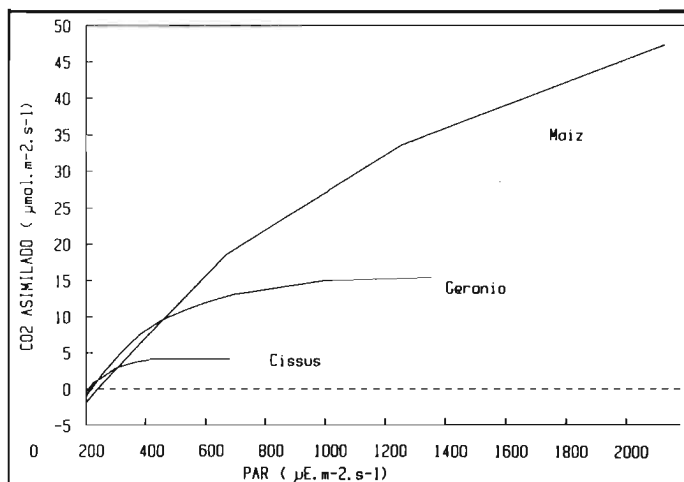


Figura 5

Curva de respuesta a la luz de la fotosíntesis de hoja de tres tipos de plantas de necesidades lumínicas muy distintas.

por estar sobresaturada. Con luz difusa las dos hojas captan y aprovechan toda la luz por estar cada una por debajo de la saturación.

Continuando con el experimento anterior, ¿qué ocurre si se sigue aumentando la luz más allá de la saturación?. La respuesta depende de si se mantienen las otras condiciones (temperatura y humedad). Hay taquilleras con paciencia que siguen trabajando a su ritmo máximo y hay taquilleras que pierden los estribos y dejan de trabajar, sobretodo si el exceso de «clientes» empeora las condiciones de trabajo.

Recordemos cual es el efecto que sobre la fotosíntesis tienen otros factores ambientales distintos a la luz pero asociados a ella como la temperatura y el riego. En el caso de la temperatura existe un rango óptimo, temperaturas superiores o inferiores representan pero fotosíntesis (Fig. 7). La forma de la curva depende de la especie que se considere pero siempre se cumple que altas y bajas temperaturas son perjudiciales. En el caso del riego la norma de respuesta es común, si bien la resistencia a la sequía varía de unas plantas a otras. La planta aguanta un tiempo sin riego con disminución paulatina de la fotosíntesis hasta llegar a un punto en que la fotosíntesis descienden bruscamente (Fig. 8).



Proteja sus cultivos contra el mal tiempo por mucho tiempo.

ALCUDIA, S.A. presenta la mejor forma para proteger sus cultivos contra el mal tiempo. Sus compuestos especiales de Polietileno y Copolímeros Eva para la fabricación de filmes especiales para invernaderos.

Con fórmulas adecuadas para el clima mediterráneo, debidamente reforzadas, para obtener filmes de larga duración y térmicos de máxima calidad. Productos capaces de ofrecer mejores resultados para el agricultor por la protección que dan a los cultivos. Productos más resistentes y duraderos para contrarrestar el ataque de ciertos productos químicos utilizados en invernaderos.

¡YA LO SABE! Existen fórmulas más rentables para proteger sus cultivos:

Las fórmulas reforzadas de ALCUDIA, S.A.

POLIETILENO TERMICO DE LARGA DURACION CP-124 o CP-127

(Incoloro o amarillo)

POLIETILENO LARGA DURACION CP-117

(amarillo)

COPOLIMERO EVA CP-632

(Incoloro) Plástico térmico de gran transparencia y duración.

COPOLIMERO EVA CP - 636

Gran transparencia y retención de calor en espesores finos. Recomendado para túneles.

¡AGRICULTOR! Exija a sus proveedores, plásticos fabricados con productos de ALCUDIA y se beneficiará de largos años de experiencia.



ALCUDIA, S.A.

Avda. de Brasil, 5 - 28020 Madrid

Tels. 4554213 - 4550171

con EJIDOPLANT

las ventajas crecen

Condiciones geográficas y climatológicas únicas, permiten a EJIDOPLANT ofrecer ventajas exclusivas. Una de las temperaturas medias más altas de las penínsulas, en plena la sierra, en la mejor zona del campo de El Ejido, hacen que EJIDOPLANT pueda tener a su disposición en cualquier época del año todo tipo de plantas enraizadas con una absoluta garantía de sano crecimiento y notables ventajas económicas.

AHORRO DE TIEMPO.
SEGURIDAD
EN EL CRECIMIENTO
DE TODAS LAS PLANTAS.
GARANTÍA DE UN SANO
DESARROLLO.

EJIDOPLANT

ECIA RAKES
PORQUE SIEMPRE
CONFIANZA

SEDE SOCIAL: C/ ALFONSO XII, 44 y 46 16 01. B. 504. SAN PEDRO DE MACORIS (C. 16 01 52)

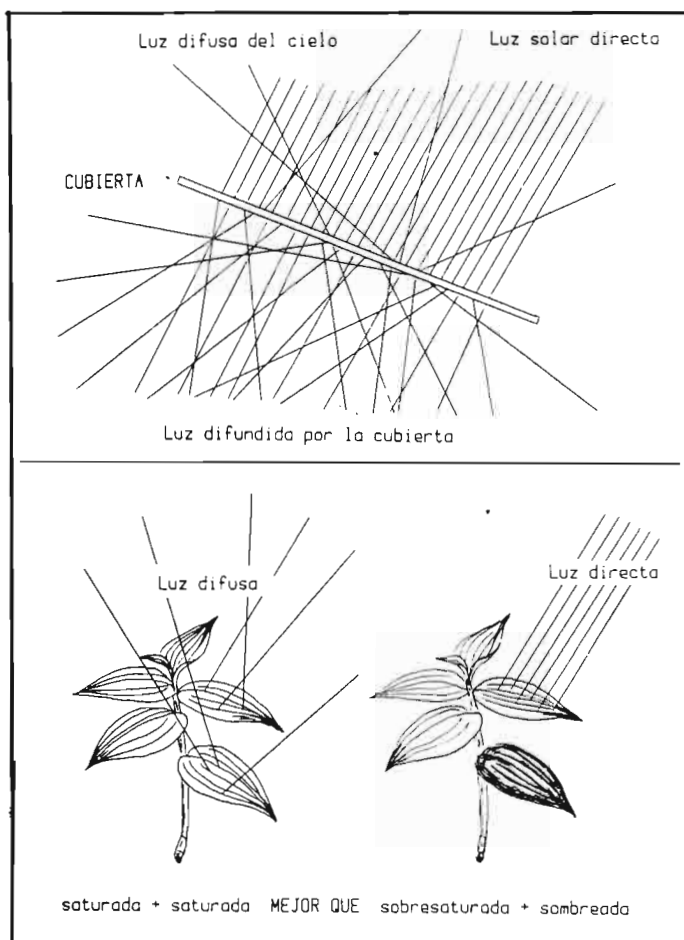


Figura 6
Ventajas para la fotosíntesis de la luz difusa en relación a la luz directa.

Perjuicios del exceso de luz

La luz que entra en el invernadero conlleva cambios, tanto en la temperatura como en los requerimientos de riego de las plantas que pueden llegar a ser negativos:

- Calienta los invernaderos, lo cual obliga a ventilar con la consiguiente reducción de la humedad del aire, favoreciéndose el «stress» hídrico y bajando la fotosíntesis por exceso de temperatura y fotorespiración.

- Provoca el aumento de la transpiración de la planta, lo que en condiciones de riego insuficiente propicia el stress hídrico y detención del crecimiento.

- Hace que la planta se adapte y cambie la forma, tamaño y color de las hojas, (en beneficio o perjuicio de la calidad en plantas ornamentales).

- En algunos casos puede incluso

llegar a «quemar» a las plantas de forma directa.

Estos perjuicios dependen del manejo que el horticultor haga del riego y de la ventilación. Muchas veces los efectos negativos del aumento de iluminación de un cultivo no son debidos a la mayor luz sino al hecho de que no se ha aumentado el riego en consonancia o no se ha mantenido la temperatura en valores adecuados. En estos casos **no es la luz** sino la falta de riego y las altas temperaturas las que perjudican al cultivo.

Es fundamental la idea del **valor relativo de la luz**. Un aumento de iluminación, que en invernaderos con buena ventilación y riego representaría mayor fotosíntesis y crecimiento, en invernaderos mal ventilados o mal regados puede producir dismi-

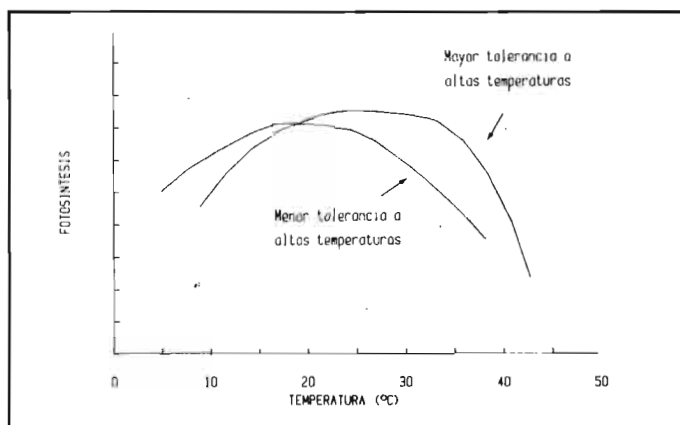


Figura 7
Esquema de la relación fotosíntesis-temperatura.

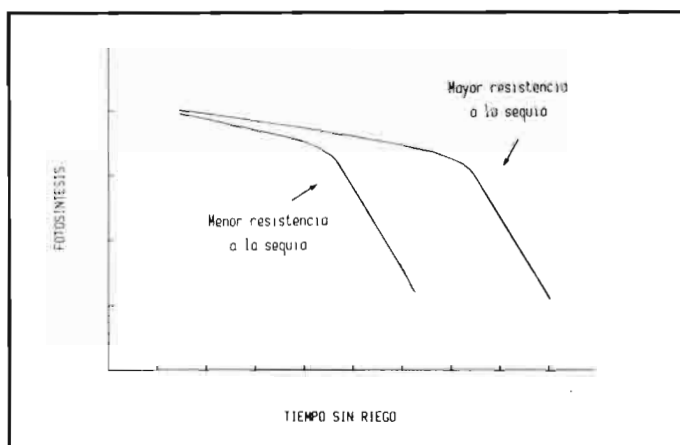


Figura 8
Esquema de la variación de la fotosíntesis en función del tiempo sin riego.

nución del rendimiento. Por lo tanto la luz tiene un valor distinto dependiendo de las otras condiciones del ambiente.

Tras todo lo expuesto surge la pregunta fundamental: **¿cuál es la luz óptima para cultivar una especie?**

Lamentablemente es difícil asignar un valor, para una especie, en gran parte por desconocimiento del mismo, es decir porque nadie lo ha medido y en parte también por el valor relativo de la luz. Esta dificultad es una de las causas que hace que el horticultor tienda a olvidar el tema iluminación en favor de otros como el ahorro de energía en la calefacción etc. pensando aquello de que «ojos que no ven, corazón que no siente», lo cual, lamentablemente, puede convertirse en «plantas que no ven, plantas que no crecen».

Para determinar las necesidades lumínicas de una planta, hay dos vías: la experiencia de cultivo y la determinación de la curva de saturación de la planta completa o, como estima, la curva de saturación de hoja desarrollada. Ambos caminos deben seguirse con cautela pues hay diversos aspectos que deben tenerse en cuenta: la variabilidad de las plantas, la historia previa de cultivo (densidad de plantación, iluminación, etc.), el efecto de las otras condiciones ambientales, etc. En definitiva, sólo un seguimiento cuidadoso de la especie puede llevar a la comprensión de sus necesidades lumínicas.

El sombreado

En primer lugar conviene tener

mos B. Estos ángulos A y B son conocidos para cualquier localidad y época del año y son de importancia para la situación del invernadero.

El sol cambia mucho de posición en el cielo y por lo tanto sus rayos inciden y atraviesan la cubierta del invernadero con ángulos muy distintos según la hora y el día del año. ¿Qué sucede entonces?. La luz al chocar con la cubierta sigue tres caminos distintos:

- 1° una parte se refleja,
- 2° otra parte se convierte en calor y calienta la cubierta y el aire cercano,
- 3° el resto atraviesa la cubierta y llega a las plantas pero más o menos difundida es decir los rayos de luz han cambiado de dirección (Fig. 6).

La proporción de luz que sigue

— La transmisión va a condicionar la luz a disposición de las plantas y la cantidad de calor que entrará en el invernadero en forma de luz. Como norma debe ser lo más alto que las plantas y el calentamiento del invernadero toleren. La transmisión depende del ángulo de los rayos solares con respecto a la cubierta por lo cual los datos de catálogo son normalmente incompletos y orientativos. A lo largo del ciclo anual es corriente variar la transmisión mediante encalado o utilización de mallas de sombreado en verano. Es importante desencalar y limpiar las cubiertas tan pronto sea posible al entrar de nuevo en el otoño.

— La absorción determinará el calentamiento de la cubierta o malla de sombreado y en cierta medida el calen-

	Máxima luz		Medio somb.		Muy sombreado
	Vidrio	Plástico	Malla blanca	Malla negra	Malla negra
% Transmisión	90	80	60	60	20
% Reflexión	1	5	30	5	5
% Absorción	8	15	10	35	75

Tabla 2 - Características de transmisión de luz de diversos materiales de cubierta, con luz incidente perpendicular. (Valores orientativos dada la diversidad de tipos y marcas de cada uno de los materiales).

	Amanecer		Mediodía	
	Azimut (A)	Altura (B)	Azimut (A)	Altura (B)
Máximo verano	120	0	0	75
Mínimo invierno	58	0	0	30

Tabla 3 - Ejemplo de valores extremos de los ángulos que definen la posición solar (Almería).

claro por donde llega la iluminación a las plantas. La tierra gira alrededor del sol pero eso les importa poco a las plantas, por ello hablaremos desde el punto de vista del invernadero.

El sol realiza un recorrido diario alrededor y por encima del invernadero que se puede describir por dos ángulos que, si tomamos como referencia a la dirección Norte-Sur, podemos definir de la siguiente manera (ejercicio para hacer junto al invernadero):

Trace una línea en el suelo desde sus pies hacia el sur, mire al sur, gire el cuerpo hasta ver el sol, trace una línea desde sus pies en dirección al sol. Los dos trazos definen un ángulo que llamaremos A. Ahora señale en dirección al sol pero con el brazo horizontal, eleve el brazo hasta señalar directamente al sol. Al ángulo que recorre su brazo lo llamare-

cada vía depende del ángulo de incidencia y de las propiedades del material (tabla 2).

Las propiedades de la cubierta en relación con las características de aprovechamiento de la luz por la planta que se va a cultivar bajo ella y la radiación que se recibe en el lugar del emplazamiento son de primordial interés económico. Un error cometido en la elección significará el estar cultivando con un desaprovechamiento continuo de luz por exceso de sombreado (no es corriente equivocarse por exceso de iluminación). Una cosa son los datos del catálogo y otra, a veces muy distinta a la realidad una vez colocado el plástico o malla en su lugar definitivo (9). Además son pocos los catálogos que indiquen las tres propiedades de los materiales con respecto a la luz: reflexión, absorción y transmisión, y las tres tienen su importancia.

tamiento del invernadero, sobretudo en el caso de mallas negras dentro o adosadas a los invernaderos. Para estos casos es preferible la utilización de mallas blancas de menor absorción.

— La reflexión es una propiedad fundamental en los materiales de sombreado que ha sido menospreciada por ser sólo importante en los países de alta irradiación. Retrasa la conversión de parte de la luz en calor devolviéndola hacia el cielo. Controlándola en zonas amplias puede llevar incluso a cambios microclimáticos. Recordemos que una malla blanca puede reflejar un 30% de la luz recibida lo que equivale a evacuar un tercio del calor que se hubiera recibido.

Veamos que implica esto al momento de seleccionar el material: Al comprar el vidrio, plástico o malla,

se tienen en cuenta diversos factores: precio por metro cuadrado, coste de instalación, durabilidad, resistencia, transparencia a la luz total, opacidad a la radiación de longitud de onda larga.

El material ideal, además de ser barato y fácil de instalar, debería ser resistente, transparente a la luz PAR (pero difusor) y opaco a la luz calórica o de larga longitud de onda (plásticos térmicos para invierno). Incluso, dependiendo de la especie cultivada y de la época del año, parcialmente opaco a la luz PAR (mejor que opaco reflector). Recordemos que a algunas plantas puede sobrarles luz según la hora del día.

Evidentemente no existe el material ideal. Cuanto más sol llega en verano a una zona, más difícil es encontrar un material satisfactorio desde el punto de vista de la transparencia. Si es más o menos correcto para el invierno, en verano deja pasar demasiada luz con los consiguientes problemas de calentamiento desecación etc. y si es correcto en verano, en invierno deja pasar demasiado poca luz.

Los invernaderos se emplean sobre todo por sus beneficios térmicos. Las plantas aumentan su crecimiento en invierno o en regiones frías. Pero en los meses cálidos es necesario plantearse las cosas de otra manera. Dado que no existe un material transparente al cien por cien, siempre hay una disminución de luminosidad que es mucho mayor cuando se encala en verano. Esta disminución es conveniente cuando la luz es excesiva pero no lo es el resto del tiempo; primeras y últimas horas del día, y días nublados. Para determinar cuales son las posibles pérdidas por este efecto nuestro equipo viene realizando una serie de investigaciones sobre el aprovechamiento de la luz en cultivo protegido. Sabiendo la cuantía de las pérdidas es más fácil decidir el plástico a comprar, si se encala o se coloca una malla, o si la malla se coloca fija o móvil.

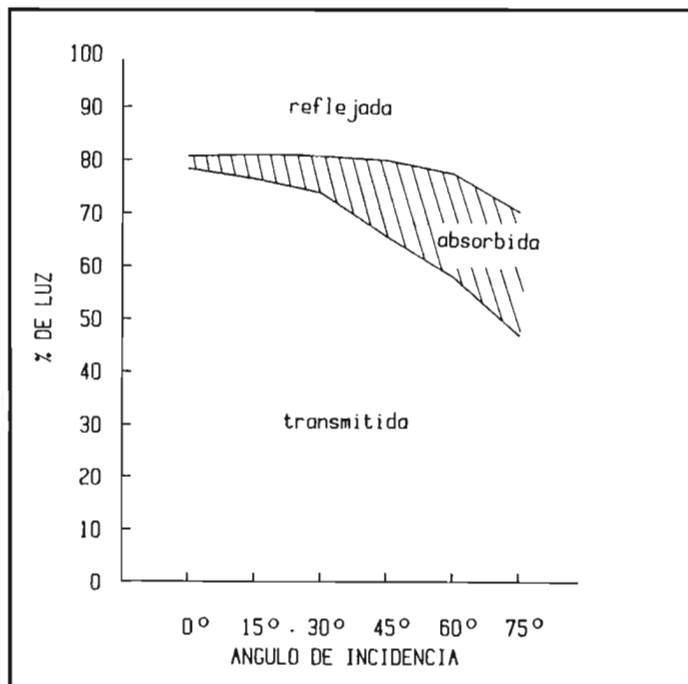


Figura 9
Reparto de la luz
reflejada, absorbida
y transmitida en
función del ángulo
de incidencia para
una malla blanca
catalogada como del
50%.

El control de la luz de forma variable.

Los estudios realizados con plantas cultivadas en umbráculo confirman que el mejor tipo de sombreado desde el punto de vista del aprovechamiento de la luz es el variable. Para las especies utilizadas hasta ahora los incrementos de producción de los sistemas móviles en relación a los fijos fueron: *Cyclamen*

65%; *Fatsia* 132%; *Hedera* 158%; y *Nephrolepis* 106%.

Por otra parte los modelos de ordenador predicen que pueden obtenerse resultados del mismo orden con otros muchos tipos de plantas en las cuales durante parte del año se emplea el encalado o mallas fijas para protegerlas del sol.

En esquema lo que sucede es lo



Miembros de nuestro equipo de Ecofisiología Vegetal Aplicada caracterizando la reflexión de mallas de sombreado en los Campos Experimentales de la Facultad de Biología de Barcelona



Mallas negras, cortinas térmicas sucias, y plásticos envejecidos, reducen la productividad en los invernaderos más de lo que el horticultor piensa.

siguiente: Al sombrear o encalar se busca una iluminación óptima al mediodía. Pueden darse entonces tres casos:

1° La luz al mediodía sobresatura la planta. Este es el caso más favorable, pero aún en el las primeras y últimas horas del día se desaprovecha luz. El aprovechamiento de estas colas del día puede no resultar rentable.

2° La luz al mediodía está justo en la saturación de la planta. En este caso la planta pasa la mayor parte del día por debajo de la saturación. El desaprovechamiento de luz es considerable. Con sombreado móvil podrían conseguirse aumentos de producción del 50% al 100%.

3° La luz al mediodía esta por debajo de la saturación. En este caso la planta nunca aprovecha la totalidad de las posibilidades de la luz exterior. En este caso las mejoras potenciales son enormes.

Aspectos económicos

Queda claro que el tipo de sombreado influye de manera fundamental en el crecimiento de las especies cultivadas:

1° Por ajustar la luz recibida a las ne-

cesidades de las mismas (mallas cuya transmisión una vez instaladas está proporcionada a la planta cultivada).

2° Por reducir la temperatura de los invernaderos (encalado o mallas blancas dosadas a los invernaderos por el exterior que reflejan parte del calor y difunden mejor la luz).

3° Por el aprovechamiento de luz en días nublados, mañanas y atardeceres, (plegando las mallas).

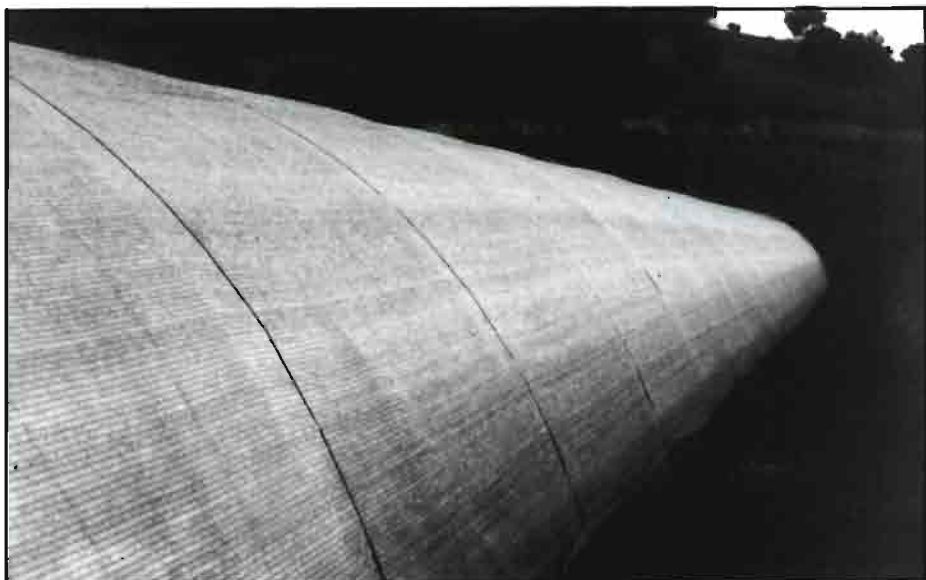
Sin embargo las explotaciones horticolas no suelen tender, dada su estructura económica, hacia la optimización de la producción sino más bien a la obtención de unas cotas de producción seguras. No entraremos en aspectos socio-economicos, más propios de economistas que de eco-fisiólogos vegetales, pero es manifiesto que cualquier costo frena las posibilidades de innovación. Pero es el desconocimiento e incertidumbre el principal freno en el tema del aprovechamiento de la luz, máxime cuando flota sobre el productor el riesgo de que aun a pesar de aumentar y mejorar su producción, no se encuentra mercado a sus productos.

En resumen éstos son los aspectos importantes que dificultan un mejor aprovechamiento de la luz:

- Falta de conocimiento e información sobre las necesidades de las plantas.
- Falta de conocimiento e información de las características de los materiales.

En el caso de los sistemas móviles además de los anteriores:

- Aumento del riesgo de accidentes
- Falta de conocimiento de los momentos en que deben moverse
- Coste de la instalación



Túnel cubierto con malla blanca. Dentro, más luz y, en proporción, temperaturas más frescas que con malla negra (Salvador Espelt, Calella).



MALLAS AGRICOLAS

MALLAS PARA:

EMBALAJE **redtub-giró**™

PALETIZAR **palnet**™

MITILICULTURA 

SOMBREO / PEDRISCO / ENTUTORAR

MAQUINAS:

GRAPADORAS AUTOMÁTICAS Y MANUALES
PARA BOLSAS DE MALLA

PESADORAS AUTOMÁTICAS

CONTADORAS / ETIQUETADORAS

ETIQUETAS PARA:

ETIQUETADO AUTOMÁTICO Y MANUAL

GIRÓ Hnos., S.A. Jaime Ribó, 44 al 58 - Apartado 15
Telex 59527 gima e - Tel. (93)3841011* - BADALONA (España)

Barberet & Blanc®

en España



Esquejes de clavel seleccionados

Director General Jose Sosa Martinez - **Centro de producción y de experimentación**
Finca Nicole Barberet, Carretera de Lorca, 87, El Descanso.
Puerto-Lumbreras/Murcia, Telf. (968) 40 23 50-40 22 26

RED DE AGENTES

ZONAS

MIGUEL PUIG ESPINASA

Casa Maneguins - VILASSAR DE DALT Barcelona
Tel. (93) 751 19 94 -

Cataluña

JOSE RAMON SEMPERE LLOFRIU

Avd. Salamanca 42-5° D - 03005 ALICANTE
Tel. (965) 22 67 15 - 21 00 55 -

País Valenciano

JOSE SOSA MARTINEZ

Citra, de Lorca N° 87 - El Descanso - PUERTO LUMBRERAS
Murcia - Tel. (968) 40 23 50 - 40 22 26 -

Murcia

JUAN JOSE GAZQUEZ MOTOS

C/ Loca n° 13 - PUERTO LUMBRERAS Murcia
Tel. (968) 40 22 93 -

Almería

ELADIO LOPEZ GARCIA DE LAS MESTAS

Fernando IV 44-7° C - 41011 SEVILLA
Tel. (954) 45 05 95 -

Sevilla-Huelva-Cádiz

MANUEL ROMERO MERAS

Avd. Aeropuerto 8 - Portal F.6° 1 - 14004 CORDOBA
Tel. (957) 23 65 93 -

Cordoba-Granada
Jaen-Málaga

VICENTE VILLAR SANJURJO

Travesía de Vigo 32-1° - VIGO Pontevedra
Tel. (986) 42 33 58 - 25 15 99 -

Galicia

VICENTE PORRAS SANCHEZ

C/ Aguado 42° D - GIJON Asturias
Tel. (985) 33 52 31 -

Asturias

RAFAEL ALVAREZ CASADO

Jose Antonio 18 A - Piso N° 8 - MALIAÑO Santander
Tel. (942) 25 44 87 -

Santander y País Vasco



Barberet & Blanc® SA

136, Bld Kennedy

06601 - ANTIBES (France) Cedex B.P. 72

Tél. (93) 61.54.28 - Télex: Barblan 470 755 F



Sistema de cortina móvil automatizado (Holanda). Ellos lo utilizan para el enfriamiento por la noche, nosotros además lo empleamos para controlar la luz durante el día.

Combinación de mallas blancas y cortinas térmicas blancas (ambas móviles) para el control de la luz y temperatura en un invernadero de vidrio en El Maresme (Explotación Experimental «Sant Jordi» de J.F. Aguilà).

Dentro de un invernadero de vidrio: mallas blancas móviles para controlar la luz y túneles de plástico para controlar la humedad. Alta producción y alta calidad a un tiempo (Explotación Experimental «Sant Jordi» de J.F. Aguilà en El Maresme).



— Coste de mover las mallas

A pesar de estas dificultades la importancia de las mejoras a alcanzar hacen que el tema del control de la luz sea muy importante en nuestras condiciones climáticas. Es posible que si Ud. cultiva tomates con un invernadero sencillo pueda hacer poco para mejorar su iluminación; si cultiva claveles será necesario aún un tiempo antes de que podamos darle unas pautas claras sobre el empleo de mallas durante el verano; si cultiva plantas de mediana saturación, dedíqueles un poco de tiempo a averiguar como está iluminando a sus plantas, no será tiempo perdido; y si cultiva plantas de baja saturación y piensa ampliar sus instalaciones no dude en averiguar más cosas sobre la luz, puede estar en juego para Ud. mucho dinero.

En resumen es necesario plantearse que, del mismo modo que Ud. conoce los diferentes tipos de abono y los emplea a pesar del costo y riesgos que ésto implica, con igual razón debería conocer las necesidades de luz de sus plantas para poder proporcionarles la iluminación **«el abonado de luz»** que necesitan para alcanzar los mejores crecimientos.

Otras publicaciones del equipo relacionadas con el tema.

Aguilà, J.F., Grau, J., Tapia, L., Caballero, A. 1984. Evolución diaria y tasas de renovación del CO₂ en invernadero de hierro y vidrio en El Maresme. III Reunión Ornamentales, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Cabrils (Barcelona).

Lorenzo-Mínguez, P., Ceulemans, R., Gabriels, R., Impens, I., Verdonck, O. 1984. Effect of short-term water stress on leaf gas exchange processes and plant water potential in *Shefflera* (en prensa).

Martínez, F.X., Tapia, L., Eito, G., Sagales, M. Simonneau, R. 1984. Análisis comparativo del efecto del sombreado fijo y variable sobre el crecimiento de cuatro especies ornamentales cultivadas en umbráculo. III Reunión Ornamentales Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Cabrils (Barcelona).

Martínez, F.X., Tapia, L., Simonneau, R., Sant, M.D., 1984. Características de transmisión y de reflexión de materiales de sombreado bajo iluminación natural. III Reunión Ornamentales Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Cabrils (Barcelona).

Matas, J., Sant, M.D., Martínez, F.X., Aguilà, J.F., 1984. Respuesta fotosintética a la temperatura y a la densidad de flujo fotónico fotosintético (PPFD) en *Fatsia japonica* y *Hedera helix* cultivadas en umbráculo. III Reunión Ornamentales Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Cabrils (Barcelona).

Tapia, L.; Simonneau, R.; Aguilà, J.F. y Caballero, A. 1984. Curvas de saturación luminosa y tasas respiratorias y fotosintéticas máximas en distintas especies ornamentales. Ier. Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Valencia. Comunicaciones, Vol. I: 121-126.

Tapia, L.; Aguilà, J.F. y Campos, B. 1983. Variaciones de la resistencia estomática y de la transpiración en *Ficus benjamina* sometido a distintos regímenes de riego. Ier. Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Valencia. Comunicaciones Vol. I: 109-119.

Tapia, L., Sant, M.D., 1984. Sistemas de regulación de la irradiancia. I Jornadas Científico-Técnicas para el diseño de invernaderos en la zona mediterránea. Mataró (Barcelona). Ponencia.

Tapia, L., Berbel, M. Aguilà, J.F. Caballero, A. 1984. Consideraciones sobre el efecto de las posiciones solares sobre las características de extinción lumínica de los materiales de cubierta y sombreado empleados en cultivo protegido. III Reunión Ornamentales Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Cabrils (Barcelona).