

JOSE ALBALADEJO
HUGO PLAISIER

Tecnología de umbráculos con pantallas térmicas aluminizadas

I PARTE

Actualmente, la mayoría de los invernaderos con cultivos de flor cortada y planta de interior van equipados con pantallas observándose una creciente aplicación en invernaderos con cultivos hortícolas como tomate y pimiento



Las características constructivas son la de una estructura de perfiles redondos galvanizados que soportan horizontalmente en el techo a la pantalla térmica y verticalmente un producto cortavientos.

El sombreado de las plantas tiene como finalidad principal reducir la temperatura de la planta y disminuir su evapotranspiración. Aplicando una malla de sombreado, la intensidad de luz se reduce y la temperatura disminuye.

Es indiscutible ya en estas fechas la necesidad y rentabilidad económica de una pantalla térmica.

Actualmente, la mayoría de los invernaderos con cultivos de flor cortada y planta de interior van equipados con pantallas, observándose una creciente aplicación en invernaderos con cultivos hortícolas como tomate y pimiento.

Con la ayuda de las pantallas aluminizadas, los horticultores están en disposición de mejorar el clima del cultivo, lo cual implica un aumento de la calidad y cantidad del mismo.

Nuestra experiencia se hace exten-

siva al cubrimiento de umbráculos para mejorar las condiciones climáticas, mejor desarrollo de la planta y mayor producción. Esto ha sido posible gracias a la introducción de diversos tipos de pantalla aluminizada, las cuales están fabricadas a prueba del viento y los rayos ultravioletas. En este artículo dejaremos claro los fundamentos para la aplicación de este nuevo tipo de pantalla de exterior.

En líneas generales se trata de un espacio de sombreado o umbráculo con pantalla térmica exterior tipo *OLS* o *PLS* según objetivos a cumplir. El beneficio de su uso se traduce, dando un clima más moderado en las condiciones de verano e invierno a las plantas cultivadas en su interior, en las condiciones meteorológicas más extremas son tratadas físicamente reduciendo el riesgo de exposición de las plantas a tales condiciones.

Cultivo exterior bajo mallas de sombreado

Existen muchos tipos de plantas en maceta y flor cortada que pueden ser cultivadas al exterior en numerosas zonas de nuestro país sin la necesidad de protegerlo con un invernadero. De hecho existen variedades, como pueden ser las leñosas (palmeras), que solamente pueden cultivarse en verano al exterior, y lo mismo ocurre para muchas especies de flor cortada como son los claveles, lirios y astromerías.

El éxito de estos cultivos al exterior está fuertemente vinculado a las condiciones climáticas externas, por lo que muchos horticultores utilizan umbráculos convencionales.

Actualmente, estos umbráculos son construcciones sencillas, compuestos de tubos unidos entre sí y cubiertos con una malla de plástico.

Esta malla rompe el viento, lluvias, granizos y además, suministra a la planta la protección necesaria contra la excesiva radiación solar. Existen muchas plantas que expuestas a una elevada radiación solar mostrarán problemas de quemaduras con la consiguiente pérdida de calidad.

Mallas de sombreado convencionales

El sombreado de las plantas tiene como finalidad principal el reducir la temperatura de la planta y

con ello disminuir su evapotranspiración, (con una elevada radiación solar, la temperatura de la planta aumenta, lo que implica una evapotranspiración de la planta más elevada). Esta evapotranspiración puede llegar a ser tan alta que el suministro que percibe a través de las raíces no pueda seguir manteniéndola, es por ello, que la planta puede quemarse o marchitarse, e incluso muchas especies en parecidas circunstancias, dejan caer una parte de las hojas. Aplicando una malla de sombreo, la intensidad de luz se reduce y la temperatura disminuye.

La mayoría de las mallas de sombreo convencionales son de plástico negro o verde. El porcentaje de sombreo ofrecido por la malla depende de la densidad del tejido. A veces la malla aumenta la temperatura relativa durante el verano, el calor acumulado por la malla se traslada al aire circundante y la conclusión, es que numerosas mallas de sombreo no reducen la temperatura.

La ausencia de algunas influencias sobre la temperatura del aire es también una consecuencia de la estructura cerrada de las mallas de sombreo así las corrientes de aire se bloquean y el calor acumulado no es ventilado.

Con poco viento y clima soleado la temperatura existente bajo una malla convencional puede ser sofocante.

Entre otros casos, uno de los inconvenientes que se presentan es que la vida útil de este tipo de mallas oscila entre 2 a 5 años, mientras que los materiales de la pantalla térmica tratados contra la radiación ultravioleta, la duración útil puede llegar a los 10 años. Respecto al comportamiento frente a la radiación térmica de las mallas convencionales, hay que saber que el cuerpo de las mismas en temperaturas comprendidas entre 0 y 25°C emite la energía en un 80% entre los 2 y 25 micras, lo que significa que los niveles óptimos de temperatura difieran mucho de los deseados en el interior de los umbráculos.

Durante las noches de invierno, como la energía que tiende a salir del umbráculo también lo hace con esa longitud de onda, la malla convencional no es capaz de hacer la función de aislante ya que el cerramiento permite el paso de la energía calorífica almacenada en el umbráculo, en forma de radiación infrarroja lar-

ga hacia la atmósfera, haciendo que la temperatura interior y la exterior se equilibren, pudiendo incluso llegar a ser este balance negativo y producirse la inversión térmica.

Para evitar estos efectos perjudiciales, la medida a tomar será la de dotar a la estructura con un material de cobertura que tenga buenas características termoaislantes para retener un alto porcentaje de radiaciones infrarrojas.

Mallas de sombreo aluminizadas

Aunque la luz solar es imprescindible para la fotosíntesis, la exposición excesiva a fuertes radiaciones solares y temperaturas elevadas provoca decoloración, marchitez, y quemadura de las hojas especialmente en la fase inicial del desarrollo de la planta. Por eso muchas plantas se benefician de la sombra y para algunas ésta es vital.

Con la finalidad de aumentar la efectividad de los umbráculos, se ha introducido recientemente un tipo de pantalla aluminizada para uso exterior.

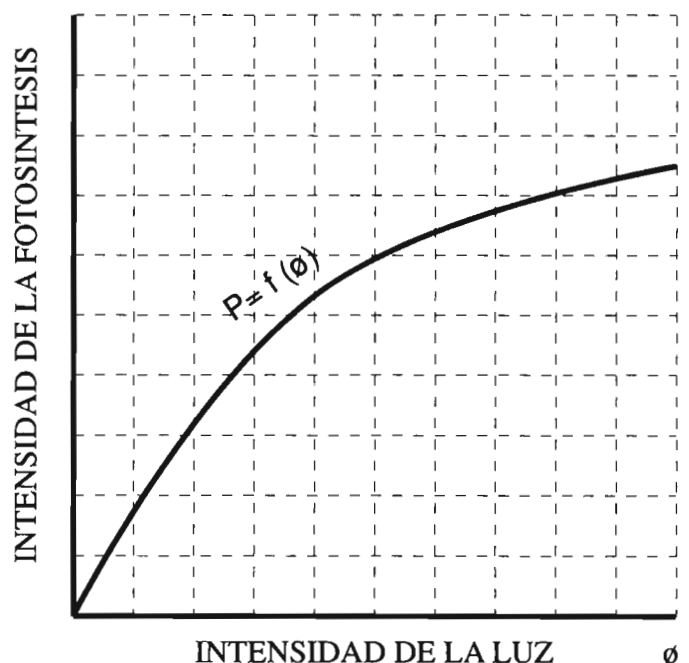
Estas pantallas llevan aplicándose

Aunque la luz solar es imprescindible para la fotosíntesis, la exposición excesiva a fuertes radiaciones solares y temperaturas elevadas provoca decoloración, marchitez y quemadura de las hojas especialmente en la fase inicial del desarrollo de la planta. Por eso muchas plantas se benefician de la sombra y para algunas ésta es vital.

desde hace muchos años en invernaderos con bastante éxito y son de gran efectividad a la reducción de la temperatura en verano. Actualmente es posible aplicar la pantalla térmica al exterior debido a que ofrecen una buena resistencia a las inclemencias del tiempo (viento, lluvia, rayos UV, etc...).

Estas pantallas están formadas de tiras de aluminio y poliéster. El aluminio está hecho con una protección

Fig. 1:
Gráfico en el que se comprueba que a partir de cierta intensidad de luz se empieza a perjudicar seriamente a la planta



Prin cipalmente los umbráculos se instalan con el fin de atemperar la radiación solar durante el día. Sin embargo también tendrán un efecto por la noche con la presencia de una malla de sombreo. Este efecto es una reducción de la irradiación que va desde el suelo y la planta hacia el cielo abierto. De aquí se deduce que el mayor enfriamiento se presenta durante las noches despejadas.

especial y además las tiras de que van sujetas al tejido en conjunto mediante hilos monofilamentados *hdpe* muy resistentes. Las tiras de aluminio son de 5 mm de anchura y la cantidad y distancia entre unas y otras van a determinar el tipo de pantalla y el porcentaje de sombreo que van desde un 30 a un 98%. Este producto denominado bajo el nombre de *OLS*, ofrece unas cualidades únicas que las hacen muy apropiadas para su aplicación en umbráculos.

Las bandas de aluminio que van centralizadas en la malla reflejan la radiación solar en un 100% y el sombreo de esta pantalla es una consecuencia de la reflexión, no de una absorción de la radiación solar.

Al reflejar una parte importante de la radiación incidente, reduciendo de esta forma no sólo la intensidad luminosa, sino además el caldeoamiento excesivo tanto del ambiente como del suelo y las plantas.

Lo que también cabe destacar es que el clima lo forman una serie de factores como son luz, temperatura y humedad y concentración de CO₂. Hay veces en que los efectos negati-

vos del aumento de iluminación de un cultivo no son debidos a más intensidad de luz sino a que la temperatura no se ha mantenido en valores relativamente adecuados o la humedad no era la óptima por deficiencias de riego, etc. Es por ello que si reducimos la intensidad de luz debe ir paralelamente la reducción de temperatura ya que si no, no estaríamos influyendo de una forma realmente favorable sobre el cultivo.

La presencia también de tiras abiertas de 5 mm garantizan una buena transpiración y ventilación, lo cual elimina toda posibilidad de acumulación de calor en los umbráculos.

Todas las especies tienen sus requerimientos en cuanto a factores climáticos como luz, riego, etc... y sobre todo ventilación, ya que la planta podría sufrir un stress hídrico por desequilibrio entre absorción y transpiración, decreciendo también la fotosíntesis.

Gracias a estas dos cualidades, con la pantalla exterior *OLS*, es posible dirigir con mucha mayor efectividad la temperatura, que con mallas convencionales. Se ha llegado a hacer



LA CUBIERTA SEGURA DE SU INVERNADERO

PLASTIMER S/A

Polígono Industrial «La Redonda» - C.N. 340, Km. 86.
Telf: (951) 48 10 50 - 48 10 54. Télex: 78946 PIGA-E. Telefax: (951) 48 43 27.
04710 SANTA MARIA DEL AGUILA - EL EJIDO (Almería).



P. KOOIJ & ZONEN B.V.



tecniplant



ELEGANCIA, PRESTIGIO... CALIDAD

Argentera, 29-6º 1ª
43202 Reus (Tarragona)
Tel.977/320315 - Fax: 977/317456
Tlx: 56876 S8P-E

Hornweg, 132 - Postbus, 341
1430 AH Aalsmeer (Holanda)
Tel.(0)2977 - 24085 - Fax: (0)2977-42358
Tlx: 18720 kooij nl

Vista general de un umbráculo equipado con una pantalla térmica y cortavientos lateralmente.

La instalación se encuentra automatizada mediante un cuadro eléctrico con un anemómetro y una sonda térmica, responsables de aperturas y cierres de la pantalla según la velocidad del viento y temperaturas exteriores.



pruebas y se ha podido apreciar diferencias de hasta 8°C menos. Razón de más para que los horticultores muestren su disposición para invertir en estas pantallas exteriores OLS.

El resultado es un perfecto equilibrio entre actividad fotosintética y protección de la radiación solar, ofreciendo excelentes condiciones de crecimiento. La vegetación es más rápida y equilibrada, las flores quedan bien protegidas y la producción es más abundante.

Efecto durante la noche

Principalmente los umbráculos se instalan con el fin de atemperar la radiación solar durante el día. Sin embargo también tendrán un efecto por la noche con la presencia de una malla de sombreo. Este efecto es una reducción de la irradiación que va desde el suelo y la planta hacia el cielo abierto. Esta irradiación depende de la diferencia de la temperatura entre la planta y el techo por un lado, y el cielo por el otro.

De aquí se deduce que el mayor enfriamiento se presenta durante las noches despejadas.

Tan pronto se encuentre instalada una malla de sombreo entre el cielo y la planta, la irradiación de calor también dependerá de la proporción de calor que deja pasar la malla de sombreo, es por ello que podemos hablar de las pantallas OLS, las cuales por su composición de poliéster y aluminio hacen de ella un producto superior a cualquier malla convencional. Esto es debido a la elevada absorción de los infrarrojos que tiene el poliéster y el bajísimo valor de emisión de esta radiación que tiene el aluminio.

Gracias a estas cualidades, la radiación retorna hacia abajo.

La re-radiación de calor mencionada anteriormente, va siendo más efectiva a medida que el tipo de pantalla OLS tenga menores tiras abiertas. Existen todavía otros tipos de pantallas exteriores con las cuales se consigue un aislamiento máximo ya que en las bandas abiertas se colocan unas tiras de poliéster transparente produciendo un aislamiento durante el día al tener una menor ventilación.

Curva de optimización

Los horticultores, a la hora de agenciarse un tipo de malla, siempre preguntan cual es el efecto que tiene sobre la temperatura. Actualmente, es una pregunta fácil de contestar, porque este efecto va en concordancia con la temperatura exterior. En definitiva, lo que queremos decir es que a mayor o menor temperatura, mayor será el efecto de la pantalla.

Para poder explicar esto con claridad, Ludvig Svensson ha creado recientemente un gráfico llamado curva de optimización. La curva describe una variación de temperatura a consecuencia de la pantalla en función de la determinada temperatura exterior reinante.

Las pruebas orientativas han dado lugar a que esta curva sea una recta, como ejemplo se ha reflejado una curva de optimización durante la noche. La temperatura por donde tiene relación la línea es la temperatura a 10 cm de profundidad. La medición fue hecha en una noche donde la temperatura no era más baja de 4°C. Visto el desarrollo recto de la línea, se puede admitir que a una tempera-

Estas pantallas son de gran efectividad a la reducción de la temperatura en verano. Actualmente es posible aplicar la pantalla térmica al exterior debido a que ofrecen una buena resistencia a las inclemencias del tiempo (viento, lluvia, rayos UV, etc...).

tura de por ejemplo 0°C, la temperatura por debajo de la pantalla será 4°C mayor que la exterior.

Esta información aclarará cómo se encuentra la situación durante el día en verano, además podrá comprobarse los distintos efectos en relación con diferentes tipos de pantallas térmicas. El poder presentar esta línea, es la mejor respuesta a la pregunta efectuada al principio de este párrafo.

Características constructivas

Está formado por una estructura de perfiles redondos galvanizados que soportan horizontalmente en el techo a la pantalla térmica Ludvig Svensson y verticalmente un producto cortavientos para reducir la velocidad del viento en el interior del umbráculo.

La instalación se encuentra automatizada mediante un cuadro eléctrico que realiza las siguientes funciones:

- Mediante un anemómetro, se realizan aperturas y cierres de la pantalla en función de la velocidad del viento exterior. Con esto evitamos la ruptura de la instalación para cuando sucedan altas velocidades del viento.
- Mediante una sonda térmica, se realizan aperturas y cierres de la pantalla térmica para así, garantizar un valor constante.
- Mediante un reloj, permitimos la apertura o cierre según sean diferentes períodos del año.

Todos los materiales empleados se encuentran galvanizados y tratados contra los rayos ultravioletas.

Las pantallas exteriores OLS y PLS están diseñadas para resistir los agentes meteorológicos sobre ellas. El modelo OLS permite una ventila-

7odas las especies tienen sus requerimientos en cuanto a factores climáticos como luz, riego, etc..., y sobre todo ventilación, ya que la planta podría sufrir un stress hídrico por desequilibrio entre absorción y transpiración, decreciendo también la fotosíntesis.

ción entre el interior del umbráculo y el medio exterior. El modelo *PLS* permite un mayor ahorro energético y conserva mejor las ganancias calóricas del día. Esto se consigue por la presencia (modelo *PLS*) o ausencia (modelo *OLS*) de las bandas de poliéster.

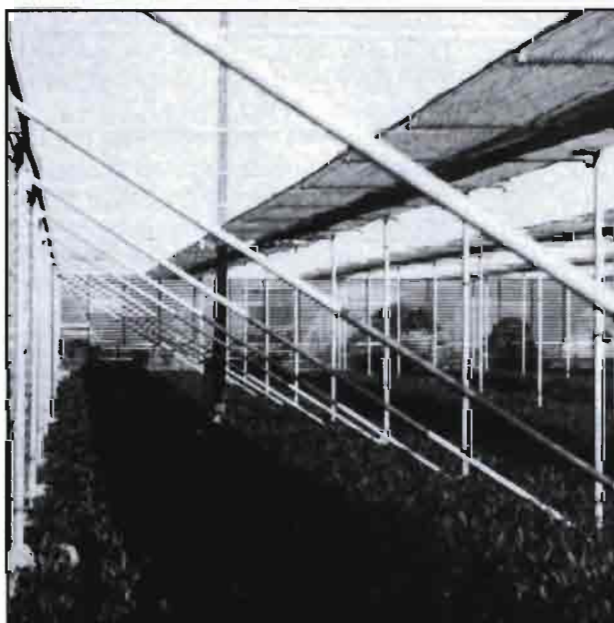
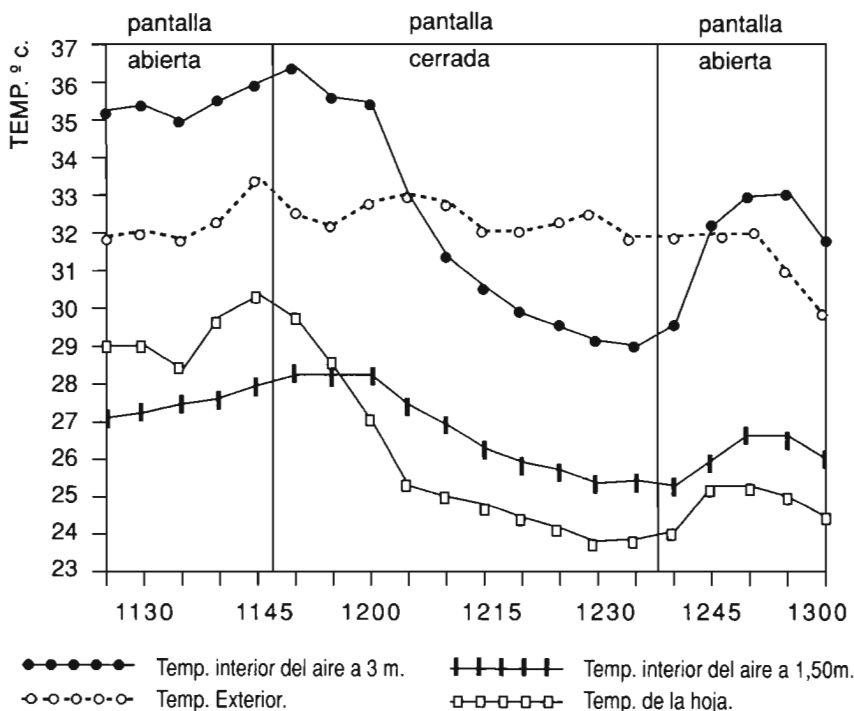
Ambos modelos poseen una amplia gama, con coeficientes de reflexión definidos por la cantidad de bandas de aluminio, que varían desde un 30% a un 75%. El modelo *OLS* permite el paso de la lluvia al interior del umbráculo. En los laterales se erigen las mallas *Paraweb* para la protección del viento.

Comportamiento físico

Durante el invierno y debido al poder absorbente de la radiación de onda larga del poliéster, todo el flujo emitido por el suelo y las plantas es controlado por la pantalla. Esto es debido a que un alto porcentaje de las radiaciones infrarrojas de longitud de onda larga (entre 6,9 y 13,2 N^m) emitidas por el suelo, plantas y estructuras de los invernaderos son retenidas por la pantalla.

Además, a lo largo del día, la temperatura varía llegando algunas veces a haber grandes contrastes entre la mínima nocturna y la máxima diurna del orden de los 25°C. Para poder atenuar todas estas circunstancias y mantener la temperatura lo más próximo posible a las necesidades de los cultivos, la pantalla actúa automáticamente abriendo y cerrándose, regulando así la entrada y salida de radiación térmica. Cuando la pantalla alcanza su temperatura de emisión, devuelve en un 95% ese flujo calórico al umbráculo. Con es-

Fig. 2:
Influencia de las pantallas L.S. sobre la temperatura



Detalle de la estructura vertical del cortavientos con función de reducir la velocidad del viento en el interior del umbráculo.

to se consigue un clima más cálido que con cualquier otro material de cubrimiento y una distribución más uniforme.

Durante el verano por reflexión directa de la luz, se reduce la ganancia calórica por el flujo solar y por tanto, un descenso térmico en el interior. El tratamiento de los rayos solares nada tiene que ver con el que

realizan mallas de sombreamiento o telas mosquiteras empleadas comúnmente en este tipo de instalaciones.

Cortavientos laterales Paraweb

Estos cortavientos por filamentos continuos de alta resistencia, encajados en una funda muy resistente y duradera de polietileno.

Este material ya ha demostrado su

La posibilidad de abrir y cerrar la pantalla y controlar la luz, dará como resultado una mayor producción.

fuerza y durabilidad en las condiciones más difíciles donde ya está siendo utilizado desde hace 15 años.

La permeabilidad al aire, para lo que están diseñados, es del 46% y permite el paso de aires muy lentos, evitando turbulencias y reduciendo la velocidad del viento a órdenes insignificantes.

Las propiedades del cortavientos son las siguientes:

- Gran resistencia, por ejem.: una sección con un ancho de 1,25 m tiene una carga de ruptura de más de 3 toneladas.
- Alta resistencia a los impactos.
- Gran estabilidad manteniendo la misma forma a pesar de la tensión.
- Resistencia a los agentes atmosféricos, como heladas, erosión, putrefacción, rayos ultravioletas, etc...

Nuevas perspectivas

Las pantallas aluminizadas suelen colocarse casi siempre en los invernaderos junto con un mecanismo que permite su apertura y cierre, así, se puede dar sombra solamente cuando sea necesario mientras que en días nublados pueda permanecer abierta.

Hasta hace poco esta posibilidad no existía para los umbráculos de forma

que se colocaba la malla fija, proporcionando siempre sombra incluso cuando no es necesario. En estos momentos también se ha hecho posible colocar una instalación móvil en umbráculos gracias a la introducción de una instalación especial.

La posibilidad de abrir y cerrar la pantalla y controlar la luz, dará como resultado una mayor producción. También para el invierno es importante: la pantalla podrá mantenerse plegada con el fin de aprovechar al máximo el calor solar durante el día y a continuación cerrarla por la noche para impedir al máximo las pérdidas de calor acumuladas.

Es conveniente controlar la intensidad de luz que entra dentro del umbráculo ya que pueden darse varias situaciones muy complejas:

- Cuando se llega al mediodía, la luz sobreesatura la planta, pero no ocurre eso a primeras y últimas horas del día en que la intensidad de luz que hay, debería ser aprovechada al máximo sin ser interceptada.
- Si la luz del mediodía no sobreesatura, si a la planta (como es el caso de épocas primaverales) le damos sombra, estamos desaprovechando la máxima intensidad fotosintética de la planta, y por tanto con un sombrero móvil conseguiríamos aumentos de producción del 50% al 100%.
- Si la luz del mediodía está por debajo del índice de saturación, resulta que estamos desaprovechando la capacidad fotosintética, como ocurre en los umbráculos fijos en invierno. En estos casos, la producción se puede mejorar de forma muy conside-

rable.

Este umbráculo está especialmente diseñado para producción y aclimatación de plantas ornamentales y productos importados. Sus destinatarios son viveristas y garden centers aunque su funcionalidad permite todo tipo de aplicaciones como los nuevos cultivos frutícolas.

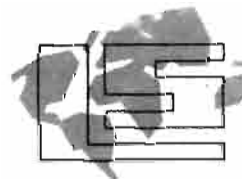
Sus principales ventajas son:

- Evita el riesgo de congelación de los tejidos vegetales en frías noches de invierno, primavera y otoño.
 - Aumenta la calidad vegetal por el control lumínico que realiza.
 - Reduce el consumo de agua y de fertilizantes al reducir la evapotranspiración en el interior del umbráculo.
 - Permite el cultivo de variedades fuera de fechas habituales.
- Su precio permite la realización de instalaciones siendo fácilmente amortizable por el horticultor. La relación coste/calidad beneficia su comercialización, economizándose en grandes superficies.



**JOSE ALBALADEJO;
HUGO PLAISIER.**

Departamento de Investigación y
Proyectos de L.S. Horticultura.



POR SUS OBRAS LES CONOCEREIS



ESPECIALISTAS EN SEMILLAS HIBRIDAS HORTICOLAS

CENTRAL: Ap. Correos, 98 - 08740 SANT ANDREU DE LA BARCA (Barcelona) - Tel. 93/ 653 28 00 - Fax: 93/ 653 42 54
DELEGACIONES: Almería: 951/ 483811 - Sevilla: 95/ 4339519 - Murcia: 968/ 578325 - Valencia: 96/ 1794077 - Navarra-Rioja: 948/ 692272 - Extremadura: 924/315463
Estación Investigación y Ensayos: 951/ 33 05 18