

Evolución de los invernaderos de Almería

Iª parte

JOSE ANGEL NAVARRO CASTILLO
Ing. Técnico agrícola



Las estructuras protectoras de los cultivos son en este momento una de las mayores señas del grado de tecnificación de la agricultura en una zona. Así, cuando pasamos junto a viñas guiadas en espaldera sabemos que la producción es mayor, o cuando vemos frutales con estructura antigranizo, cañizos cortaviento, o invernaderos de cristal. Pero la tecnificación también supone rentabilizar al máximo la explotación, tanto por el incremento de la producción, como por la disminución de los gastos: de nada nos serviría invertir en una gran estructura si eso no lleva aparejado una ventaja apreciable.

Hasta este momento el éxito de la agricultura almeriense ha sido sólido, al tratarse de un crecimiento natural de acuerdo a las necesidades; ha sido un

crecimiento en el que las formas tradicionales de agricultura se han ido perfeccionando a gran velocidad pero dando tiempo a asimilar las nuevas tecnologías.

Evolución de las estructuras

Las estructuras son un artefacto tecnológico que permiten adaptar los cultivos para mejorar determinados aspectos productivos de las plantas de acuerdo con nuestras necesidades: las estructuras pueden actuar directamente sobre el desarrollo del vegetal como ocurre con los entutorados, sobre el clima, sobre la sanidad del cultivo, o sobre el sistema de riego, principalmente. Normalmente se actúa directa o indirectamente sobre varios. En el caso del sureste peninsular, el clima ha sido el factor que obligó inicialmente a buscar estructuras protectoras.

La construcción de invernaderos tipo Almería sigue siendo artesanal pero muy profesionalizada

Cortavientos. Siendo el clima costero del Sur muy adecuado para la obtención de hortalizas por la inexistencia de heladas, también suelen ser zonas donde los vientos hacen imposible una producción sin un sistema de protección. Por la existencia de cursos de agua y la calidad de los suelos, las vegas eran las superficies de producción en las que se han concentrado tradicionalmente las especies de producción intensiva. Es el lugar donde estamos acostumbrados a ver los cañizos cortavientos con unas dimensiones muy concretas y una orientación también establecida. Ésta es una de las formas bá-

sicas de estructura protectora que utilizando caña y alambre, incluso llega a crear una forma de entutorado sencillo. Más tarde se pasa a materiales plásticos como son las mallas, ofreciendo más protección, pero también el refuerzo de la estructura ha de ser mayor.

Protección con plástico y estructura parral. El uso de los filmes plásticos ofrece la posibilidad de atemperar las cosechas. Cubrir los cultivos implica reforzar el sistema de sustentación. De otro lado hay que fijar fuertemente el plástico. Por este motivo se aplica una tecnología local de sobra conocida: el parral. Aquí pasamos de la protección por viento a la modificación de las condiciones ambientales que provoca aumento de la temperatura media y un soporte cómodo para entutorar las plantas. Por contra, surgen problemas de exceso de humedad, inversión térmica nocturna, ventilación, presencia de plagas más tiempo, variación en el marco de plantación y mayor precio de la instalación, entre otros.

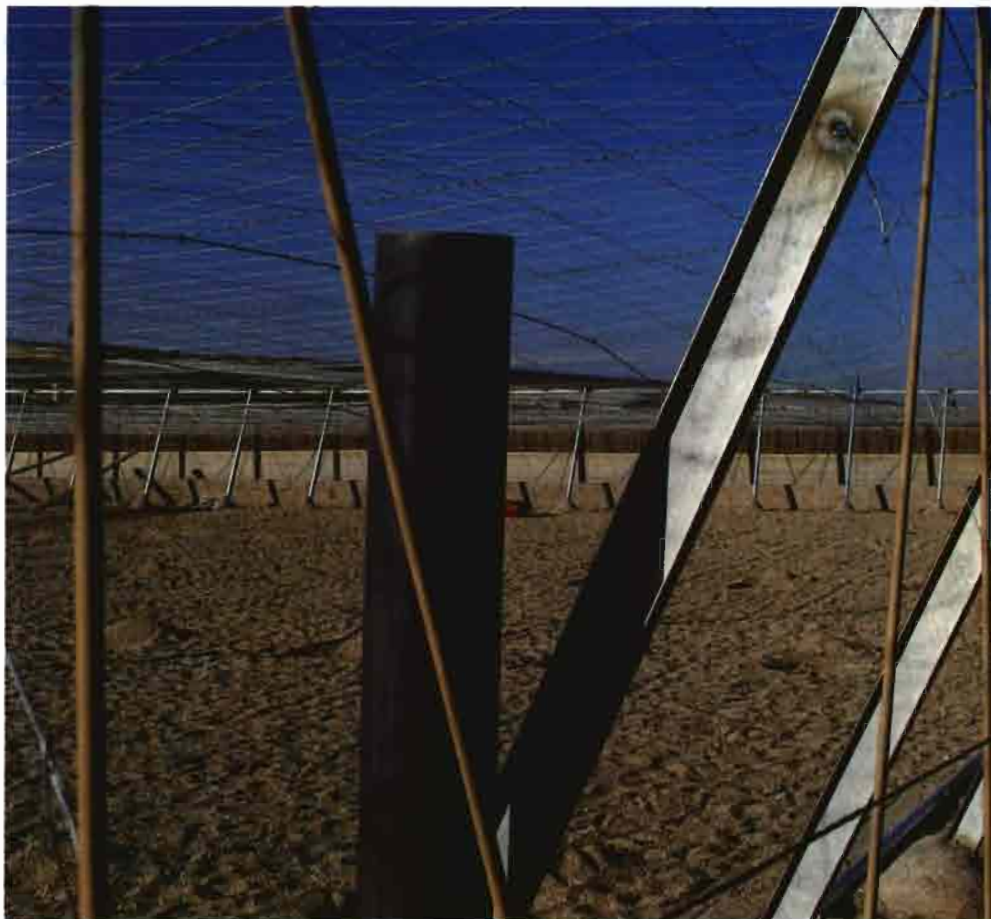
El parral mejorado. De los problemas surgen mejoras que se pueden llevar a cabo gracias a la ventaja que supone el aumento de producción de los cultivos protegidos. Las variedades también se van haciendo más productivas. En las estructuras se empieza a subir la altura de las cubiertas y a mejorar la ventilación aprovechando las juntas de unión de las láminas de plástico; los plásticos se hacen térmicos.

Más tarde se intenta que las cubiertas recojan las aguas de lluvia y al mismo tiempo se da solidez a la estructura colocando «amagados», tensores de una fuerte trenza que bajan el techo dándole un aspecto triangular, también se colocan canalones de recogida de agua de lluvia, la ventilación se perfecciona, y la estructura sirve para alojar no sólo la cobertura y las plantas, sino que permite la instalación de conducciones para tratamientos. La producción debido a todos estos factores se hace más precisa y controlada.

Las plagas son el siguiente paso tenido en cuenta, se colocan mallas y se intenta hermetizar las bandas.

En este momento ya no sólo contamos con una protección del cultivo, sino con la posibilidad de modificar el clima aprovechando los aspectos del mismo que nos son favorables: éstos, sí son ya invernaderos.

La mecanización es el siguiente escalón. Para modificar las condiciones climáticas controladamente se buscan mecanizaciones baratas. Principalmente para la apertura o cierre de ventilaciones, tam-





La madera ha sido sustituida por perfiles galvanizados que permiten dar más altura, más solidez y más duración a la estructura, como muestra la fotografía sobre estas líneas. Abajo, sistema tradicional de seto cortavientos y tutores para las plantas a base de cañas y esparto

bién para la operación de cambio del plástico (subida de bobinas, apertura del tejido), tensado de cordadas, etc.

Al mismo tiempo se le sigue dando altura, reforzando la estructura con perfiles de acero, utilizando materiales galvanizados, etc.

Necesidades de las plantas

Las plantas son seres vivos con una gran capacidad de adaptación, por lo cual es relativamente fácil para la mayoría de especies cultivadas en invernadero producir a pesar de que nuestras estructuras en ocasiones lleguen a situaciones bastante alejadas de las óptimas. Para conseguir el forzado tendremos que conocer sus necesidades concretas de clima, luz, nutrición según el estado de la planta y lo que querramos de ellas, tamaño en fruto, hojas, etc, también tendremos que adoptar un sistema productivo adecuado según el

marco de plantación, la altura, y labores culturales a realizar (deshojados, destallados, pinzados...).

De forma general podemos señalar que la mayoría de hortalizas utilizadas para la producción en invernadero en nuestra región necesitan:

Luz: hay que considerarla en varios aspectos como son la intensidad, duración y calidad. La intensidad y la duración muy relacionadas con la época del año, pero también la primera con el material de recubrimiento. Las hortalizas normalmente cultivadas en los invernaderos de Almería (tomate, pimiento, pepino, judía, sandía, melón, calabacín), se encuadran dentro de las indiferentes de cara al desarrollo y en relación al fotoperiodo. La calidad de la luz también es importante y se ha de procurar no colocar filtros que alteren la luz natural. No obstante, es conveniente contar con cierto porcentaje de luz difusa evitado así sombras entre las plantas que se encuentran muy próximas al mismo tiempo que quemaduras.

Temperatura: la mayor parte de las plantas cultivadas en estos invernaderos necesitarían unas temperaturas medias de unos 20 a 25°C para mantener un buen forzado durante todo el ciclo.

**Cuadro 1:
Temperatura óptima para el desarrollo vegetativo de algunos cultivos**

Cultivo	Temp. óptima
Tomate	20-24°C
Pimiento	20-24°C
Berenjena	20-27°C
Pepino	20-25°C
Melón	25-30°C
Sandía	23-28°C
Calabacín	25-35°C
Judía	18-30°C

Conseguir ésto es difícil en nuestra zona. Para ello contamos con los sistemas de ventilación para evacuar el exceso de calor. Cuando sube la temperatura las plantas respiran más rápido, pero llegado un punto cierran sus estomas y detienen su metabolismo. Según Perez García (1994) ocurría a partir de unos 30 °C estando relacionado con la mayor proporción de CO₂ en los espacios subestomáticos. Las bajas temperaturas nocturnas también son un problema, las plantas no llegan a morir si no se producen heladas pero detienen el crecimiento. A parte, se hacen más

sensibles a las enfermedades.

Humedad ambiente: es un problema en los invernaderos incluso más grave que la temperatura. La mayoría de plantas necesitan valores de humedad ambiente dependiendo de la temperatura que van (según Serrano, 1994) desde un 50-60% en el tomate a un 70-90% en pepino. Si el déficit de presión de vapor entre la hoja y el aire es bajo, los estomas pueden estar abiertos, la hoja respira con facilidad, la superficie foliar aumenta y el crecimiento es mayor.

Normalmente, durante el invierno tenemos en exceso, provocando problemas de enfermedades y paradójicamente en las horas centrales del día falta, mientras que el techo continúa lleno de agua condensada. En los cultivos tempranos la falta de humedad en el ambiente provoca estrés en la planta por un exceso de transpiración.

Composición del aire: durante el día las plantas en la respiración consumen anhídrido carbónico, necesario para la producción de masa vegetal. La cantidad de este gas en el aire es suficiente pero puede llegar a disminuir su contenido si el invernadero está cerrado. En las estructuras del sureste según Lorenzo et al. (1997) suele haber déficit de este gas, obteniéndose buenos resultados con aportes artificiales. Bernat et al. (1987) estiman que las cantidades de CO₂ para la mayoría de plantas deben estar entre 600 y 900 ppm.

Humedad del suelo y nutrición: lo ideal es mantener un nivel constante de «agua fácilmente disponible para la planta», en un suelo aireado con una composición nutritiva adecuada, y buen drenaje para evitar encharcamiento y acumulación de sales. Los cultivos con sustratos artificiales son una forma de aumentar el rendimiento, más adecuadas cuanto mayor es el nivel tecnológico de la explotación, incluyendo aquí la estructura, puesto que de poco serviría si los otros factores no van en consonancia.

Tipos de estructuras y características

Cortavientos

- Función: protección contra vientos.
- Construcción: materiales baratos que dejen pasar parte del aire para no provocar un exceso de presión: cañas, mallas, etc. Como apoyo se pueden utilizar tubos de hierro y como refuerzo o elemento de unión alambre.
- Utilización: en toda clase de cultivos intensivos, tanto hortícolas como

arbóreos, ornamental, etc.

Tutores

- Función: soporte del vegetal también llamados espalderas, guías.

- Construcción: también es muy variada según su finalidad. Se suelen utilizar como soporte postes metálicos atravesados por trenzas de alambre, rafia, o hilos sintéticos.

- Utilización: toda clase de cultivos, también árboles.

Umbráculos

- Función: protección contra viento y exceso de radiación. De esta manera se consigue de forma predominante bajar la cantidad de luz, siendo la temperatura prácticamente la exterior. También se aprovecha la estructura que en este caso ha de ser sólida para el entutorado de plantas, soportar sistemas auxiliares para tratamientos o humidificación.

- Construcción: se han empleado muchos tipos de materiales como sombreo. En la actualidad la mayoría se realizan con mallas de polipropileno de distintos porcentajes de sombra según el cultivo. La estructura puede ser diversa, desde el hierro con forma de túnel o capilla, hasta invernaderos del tipo Almería.

- Utilización: normalmente plantas ornamentales por el requerimiento bajo en luz, también semilleros o instalaciones dedicadas a la propagación de material vegetal.

Anti-heladas y anti-granizo

- Función: como indica su nombre son estructuras que se colocan sólo en la zona superior del cultivo, y cuya acción es de tipo preventivo. Existen variantes como en el caso de los cítricos en los que se pretende evitar el rocío sobre los frutos en zonas costeras, para lo que se coloca un tipo de malla más tupida.

- Construcción: el material de cubierta en el caso del granizo son mallas de gran luz que impiden el fuerte impacto del hielo, el tipo de tejido varía, pero son muy resistentes por la carga que en un momento dado pueden soportar. Los anti-heladas son cubiertas de gran capacidad térmica, mantas o pantallas aluminizadas. A veces se aprovecha esta estructura para colocar aspersores anti-helada.

- Utilización: este tipo de estructura se suele emplear en árboles frutales de variedades muy específicas, cuya producción amortiza la inversión a realizar.

Forzado

- Función: no sólo protege, sino que mejora las condiciones climáticas habituales para conseguir un aumento de la producción, por tanto modifican las ca-

racterísticas estacionales de una zona.

- Tunelillo: es una estructura sencilla formada por alambre y un material de recubrimiento que puede ser plástico polietileno o polipropileno no tejido (manta térmica), y que además de proteger la planta actúa como un captador solar que ofrece una temperatura muy alta y una elevada humedad en el ambiente. Se utiliza al aire libre y en invernadero, para plantas de porte bajo, u otras de mayor crecimiento en los estados iniciales de desarrollo. También se llegan a hacer túneles de mayores dimensiones 1 ó 1,5 m. por ejemplo.

- Mantas térmicas: como variante del sistema anterior se utilizan los materiales a base de polipropileno no tejido los cuales ofrecen menores temperaturas absolutas pero equilibra máximas y mínimas, difunden la luz y son muy transpirables. Además su peso posibilita extenderla directamente sobre el cultivo o ser utilizadas como doble cubierta (Navarro, 1995). Se ha impuesto su uso en grandes superficies por la facilidad de manejo y la inexistencia de enfermedades por exceso de humedad.

- Parrales: este punto se refiere a estructuras rudimentarias cubiertas de film de polietileno y que por sus caracte-

terísticas están a medio camino entre lo que es un sistema de protección y un invernadero propiamente dicho. Es el sistema de los inicios de la agricultura en Almería, sirviendo de soporte a la planta y de acumulador de temperatura. Son estructuras sin mecanización con poca altura y planas o con poca pendiente. Los agujeros en el plástico permiten la evacuación del agua de la lluvia sobre el propio cultivo. Hoy en día se limitan a pequeñas superficies y a cultivos de porte medio y tienden a desaparecer.

- Mallas: como extensión de estos sistemas están las estructuras cubiertas con malla para zonas libres de heladas y con exceso de humedad, o para cultivos en época cálida. En ellas se consiguen efectos cortavientos, tamiza la luz solar dependiendo del tipo de malla y del color, etc., tiene cierto efecto térmico (al conseguir algunas de ellas, como la 10 x 20 hilos/cm², elevar un grado la temperatura mínima exterior), también se consigue protección contra plagas (Berliger et al, 1993).

Invernaderos

Como hemos dicho, este tipo de estructura es más compleja y está orientada a dirigir la producción de una forma más o menos dependiente de clima



según grado de tecnificación, pero la mayoría de estas estructuras admiten la tecnología necesaria para permitir modificaciones en el microclima en caso necesario: calefacción, sombreos, ventilación, humidificación.

Según el material cubierta

- Plástico: las estructuras para soportar el filme de polietileno flexible son las más sencillas y las más dependientes del medio exterior al no ser tan térmico como las cubiertas rígidas o semi-rígidas. Por contra se adaptan bien a cualquier tipo de estructura, siendo baratas y resistentes. En este momento, el grado de perfección de estas estructuras es alto y los rendimientos se aproximan a los de otras más complejas. El filme también se puede colocar en estructuras del tipo multitúnel, las cuales están siendo rentables.

- Placa: los distintos tipos de placa proporcionan duración, termicidad y luminosidad. Los materiales de calidad disponibles hoy en día permiten un uso mínimo de 10 años en óptimas condiciones. El problema del material es que a parte de ser caro, requiere estructuras también más costosas.

- Cristal: es el material más térmico y que mejor deja pasar la luz. Se utiliza



La manta térmica compensa las temperaturas extremas y difumina la luz directa, que puede producir quemaduras en las plantas. Es una buena prevención contra plagas

en zonas frías como una exigencia imprescindible para poder producir. Requiere de una estructura muy sólida. En nuestra zona no se utiliza por el excesivo precio aunque los resultados serían igualmente beneficiosos con un sistema de ventilación apropiado.

Según tipo de estructura

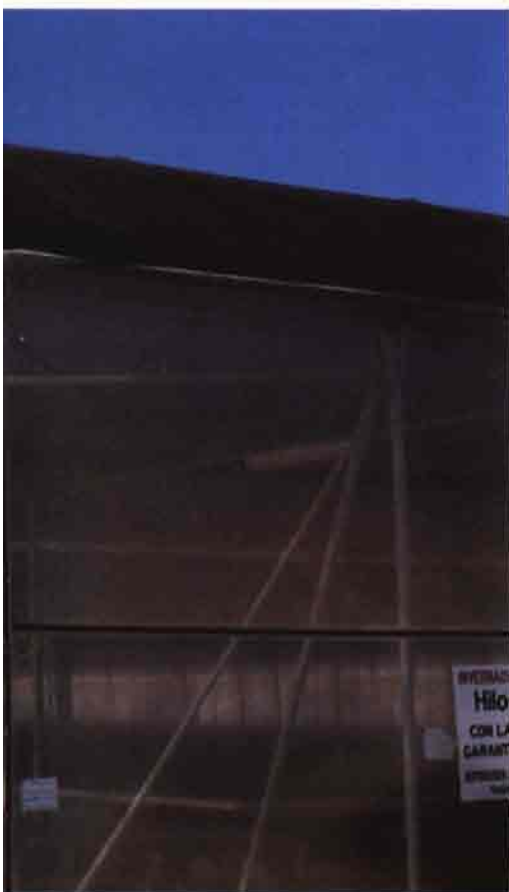
- Plano: las estructuras planas corresponden a los más antiguos tipos de estructuras de Almería. La técnica constructiva se hereda del parral, pero más tarde a esta forma se adaptan materiales como perfiles L de hierro, o tubo galvanizado. Es una estructura que ofrece poca resistencia al viento y adaptable a todos los terrenos por su forma y pendiente; pero tiene muchos problemas que ya han sido citados, a la hora de ventilar, con acumulación de humedad, el agua de lluvia cae en el interior, la luz y la altura están limitadas.

- Raspa y amagado: como una variante del plano mejora sus características. Esto se consigue de múltiples formas, aunque sus elementos habituales más perfeccionados en la actualidad sean alambre en la cubierta, perímetros de tubo metálico o perfil IPN galvanizados. Este tipo de estructura está permitiendo la mecanización de las ventilaciones cenitales y laterales, pero todavía se está lejos de ese 25% que posteriormente veremos resultaría ideal. En este tipo de estructuras el agua de lluvia entra en el invernadero a través de los puntos del tejido doble. En la actualidad las mejoras permiten obtener invernaderos con perforaciones sólo en

la zona del amagado y así ser recogidas las aguas por los canalones de desagüe; las ventilaciones empiezan a hacerse con hojas de ventana mecanizadas, y las alturas máximas llegan a sobrepasar los 4 m., aunque el agua condensada en la cara interior del plástico es inevitable que moje las plantas sin la colocación de una doble cubierta interior.

- Asimétrico: Es un tipo de estructura similar a las comentadas en cuanto a materiales, aunque a veces el soporte puede ser tubo o perfil, pero cuyo criterio dominante es la orientación para el aprovechamiento máximo de la radiación solar durante el invierno. En este sentido ofrece muy buenas características en relación a los invernaderos planos Bretones, F. (1995). El asimétrico supuso una mejora importante frente al invernadero plano, sobre todo por la buena labor de difusión de la Caja Rural de Almería pero en la actualidad la tendencia mayoritaria es la construcción de estructuras de «raspa y amagado» así como en mucha menor medida los multitúneles.

- Multitúnel: Nos referiremos al tipo de invernadero a base de tubo de acero galvanizado, normalmente con un mínimo de 4,5 m de altura. La cubierta se compone por curvas que forman túneles paralelos, en los que la ventilación es fundamentalmente cenital y mecanizada. Este tipo de invernadero se está empezando a construir en el sureste con cierta normalidad desde hace dos años. Las ventajas



Invernadero multitúnel asimétrico con cubierta de filme plástico

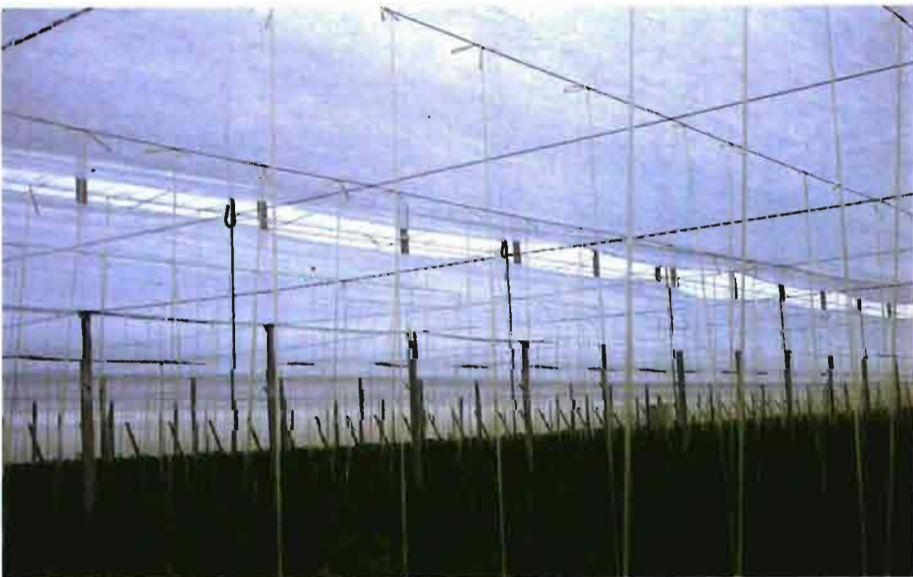


más importantes son la robustez, duración, eliminación de pilares, altura para el cultivo y posibilidad de manejo del clima, admitiendo múltiples sistemas de climatización y automatización o distintos tipos de cubierta (láminas, placas), gran luminosidad, buena ventilación, más hermeticidad con el exterior, tanto de cara a las plagas como impidiendo la entrada de lluvia o la pérdida de calor. Los inconvenientes son el precio en primer lugar, la inversión, ante todo por la incertidumbre del valor de la producción en el futuro por la fluctuación de los precios de campaña. Otro inconveniente es la mala adaptación a terrenos irregulares, tanto por exceso de pendiente como por la forma, ya que las irregularidades de las fincas disparan los precios y en Almería es un factor importante por la estructura de las propiedades antiguas. Las cubiertas plásti-

En la fotografía superior, invernadero multitúnel simétrico con placa plástica ondulada. En la fotografía inferior se muestran las dobles cubiertas, que se utilizan como forma de conseguir elevar las temperaturas medias y evitar la humedad en las plantas producidas por el agua de condensación

cas en los primeros invernaderos de este tipo han presentado el problema de no soportar los fuertes vientos de la zona, en ocasiones variables en dirección y velocidad. En la actualidad existen sistemas de sujeción del plástico que a imitación de nuestro tradicional tejido dan más seguridad; así mismo existen plásticos especiales para estas estructuras. Este tipo de invernaderos necesitan suministro eléctrico.

Como variante, existen los asimétricos curvos, similares en la construcción



pero que buscan una mayor captación de la luz solar. En la práctica a veces empeoran aspectos como ventilación, la propia orientación es difícil y abaratan el precio haciendo un producto competitivo pero de menor calidad.

- Multicapilla: la concepción es similar al multitúnel en materiales y mecanización, siendo el sistema constructivo propio de invernaderos de cristal. En este momento no se construyen en Almería y sería necesaria una adaptación, sobre todo para ventilar mejor.

BIBLIOGRAFIA

- Berlinger, M.J. et al., 1993 «El Efecto de Tipos de Malla de Invernaderos en la Presencia de Thripidae de Flores Occidentales: Estudio Preliminar». IOBC/WPRS Bol. V. 16(2) 1993, pp. 13-16.
- Bernat, C., Andrés, J.J., Martínez, J. 1987. Invernaderos. Construcción, Manejo, Rentabilidad. Editorial Aedos: 194 pp.
- Bretones, F. 1995. La Cubierta Asimétrica de un Invernadero como Mejora para la Captación de la Radiación Solar y Su Respuesta Productiva. Acta del I Simposium Español sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. CEPLA-FIAPA: 387-395.
- Lorenzo, P. et al. 1997. Horticultura Intensiva en el Sur Mediterráneo. Gestión del Clima. Horticultura, nº 119: 80-83.
- Meinders, H et al., 1984. «Technical Developments in Thermal Screening Systems». Acta Horticulturae 148: 443 - 452.
- Navarro, J.A., 1995. Utilización de los No Tejidos como «Doble Techo» en los Cultivos Protegidos de Almería. Actas del I Simposium Iberoamericano sobre «Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrícolas». JLópez-Gálvez y JR Díaz-Álvarez: 397-403.
- Pérez García, F, y Martínez Laborde, J.B. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Mundi-Prensa: 217 pp.
- Robledo, F., 1988. «Aplicación de los Plásticos en Agricultura». Mundi-Prensa, Madrid.
- Serrano, Z. 1994. Construcción de Invernaderos. Mundi-Prensa: 445 pp.
- Teitel, M., Peiper, U.M., Zvieli, Y., 1997. «Pantallas de Aluminio para la Prevención de Heladas». Horticultura, 125: 112 - 114.