

EL INVERNADERO IDEAL

por

ADRIANO TRIMBOLI

Presidente de Patentes Simplex Aerotérmicas, S. A., Zaragoza

RESUMEN

Se describen invernáculos solares con control automático de temperatura, humedad y cromatismo.

RESUM

Hom descriu hivernacles solars amb control automàtic de la temperatura, la humitat i el cromatisme.

SUMMARY

Solar houses provided with automatized controls such as: temperature, humidity and chromatic gain are described.

A la vista de las características generales de los *invernaderos clásicos*, nos vemos inducidos a pensar en el *invernadero ideal*, que a continuación tratamos de describir.

Patentes Simplex Aerotérmicas, S. A., en su característica de empresa para el desarrollo de ideas nuevas, métodos de mejora en sistemas térmicos y aprovechamiento de la energía solar, en cuya temática y técnica tiene probada experiencia, ha llegado a la concepción técnica de un *invernadero idóneo para cualquier cultivo, con aprovechamiento de la radiación solar*.

Se ha investigado sobre materiales plásticos idóneos que permitirán la transmisión del espectro solar en su más alto nivel, a la vez que actúan de colectores solares, por los cuales circulará el fluido en toda su superficie laminar, cuya función podemos definir como sigue:

- a) Fluido tratado químicamente, de propiedad selectiva para una mayor absorción de la radiación solar ;
- b) Fluido frío ; su función es preservar el ambiente del calor exterior ;
- c) Fluido colorante, acondicionador de la luz, que llega al interior.

a) *Fluido tratado químicamente ; de propiedad selectiva para una mayor absorción de la radiación solar.*

Este fluido selectivo circula a través de los módulos solares «Polisol», absorbiendo la radiación solar, permitiendo a su vez el paso de la luz. La función es transportar el calor absorbido a un contenedor de sales entéticas, que a su vez absorbe el calor recibido y lo emite en el momento adecuado o de necesidad térmica en el ambiente (por ejemplo, durante la noche).

Todo este sistema se activa automáticamente por mediación de bombas, que hacen circular el fluido a través de las baterías de los fancolls o serpentines empotrados en el suelo, hasta obtener la temperatura requerida, siendo controlada ésta por termostatos. Si el

nivel de calor obtenido por mediación del sistema solar no es suficiente para cubrir las necesidades térmicas de invernadero, se pone en marcha automáticamente una fuente de energía convencional (fuel).

b) Fluido frío; su función es preservar el ambiente del calor exterior.

El sistema de refrigeración se basa en la circulación de un fluido enfriador que circula a través de toda la superficie de colectores solares (de que consta el invernadero); éste se calienta y retorna a un depósito de sales que absorben el calor y, por tanto, el fluido vuelve al circuito enfriado; ahora bien, si el nivel de refrigeración obtenido en este proceso no es el deseado, podremos alcanzarlo con una fuente auxiliar o unidad de enfriamiento alimentada con energía convencional.

c) Fluido colorante, acondicionador de la luz que llega al interior.

Partimos de que la característica base del invernadero son los módulos solares, en plástico translúcido incoloro; como se indica en el apartado 3, la intensidad del espectro solar varía en relación con el material de que está formado el invernadero y el color del mismo. Nuestro sistema permite poner en el circuito el fluido con el color idóneo para el producto a cultivar, por ejemplo, verde o azul para plantas ornamentales, de flores, etc.

APLICACIÓN DE MÓDULOS CAPTADORES DE LA RADIACIÓN SOLAR «POLISOL» A LOS INVERNADEROS.

A continuación se exponen las características de estos módulos solares «Polisol», así como las pruebas efectuadas en orden a su aplicación como material de cubierta y protección para invernaderos.

La primera prueba llevada a cabo consistió en determinar la conductividad térmica, para lo cual se construyeron unos cajones con distintos materiales, y una dimensión de 1 m³, en cuyo interior se situaron termógrafos contrastados, algunos de cuyos datos más significativos se relacionan a continuación.

Se aprecia similitud entre el «Polisol» y el vidrio en cuanto a temperaturas mínimas, y una superioridad del vidrio en cuanto a máximas. El «Polisol» por su parte, presenta una oscilación considerablemente inferior tanto en lo que se refiere a máximas como a mí-

nimas, lo cual es de un considerable interés para zonas de clima continental con temperaturas nocturnas bajas y una elevada temperatura durante el día.

Todavía más interesante resulta la conversión nocturna del calor que supone una economía cierta en calefacción, no siendo tan importante la protección a las altas temperaturas diurnas en el invernadero, que pueden ser paliadas mediante un circuito refrigerante.

La cuantificación media de estas diferencias es del orden de 17°C inferior para las máximas diurnas con respecto al vidrio, y de 5 a 6°C de diferencia superior respecto a las mínimas nocturnas.

Estudiado su espectro de reflexión, recogemos en la tabla siguiente los valores obtenidos, los cuales dan idea de un alto porcentaje de absorción, a la vez que bajo de transmisión, como cabía esperar de un material con doble pared y con una separación de 4 mm, que es la probeta utilizada en el presente estudio.

Longitud de onda en μm	% Reflexión	% Transmisión	% Absorción
410	28,5	6,1	65,4
460	27,1	8,0	64,9
510	25,8	8,6	65,6
560	25,3	11,7	63,0
610	25,1	14,1	60,8
660	25,1	16,2	58,7

DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS SOLARES SOBRE UNA ESTRUCTURA DE INVERNADERO

El sistema de ensamblaje es rápido y fácil de montar: los módulos se apoyan sobre perfil angular de hierro o madera, donde se alojan los colectores, quedando fijados por un cubrejuntas atornillado y desmontable, según se ve en la figura 3.

Lógicamente la orientación y el diseño es el factor primordial al hablar del invernadero solar, dependiente de cada zona o situación geográfica de la instalación; los ángulos de inclinación de las placas solares varían, y aun en cada temporada; por ejemplo: a una instalación en el paralelo 35° latitud N, en invierno (octubre-marzo) corresponden 60° y en verano (abril-septiembre) 45°; de aquí se deduce que un invernadero debe proyectarse para las dos teóricas temporadas (según se observa en la figura 1). La orientación idónea siempre será sur-este referida al eje de un túnel o caseta invernadero. El gráfico de la figura 2 nos indica el ángulo de inclinación de las placas solares en cada caso.

GRAFICO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

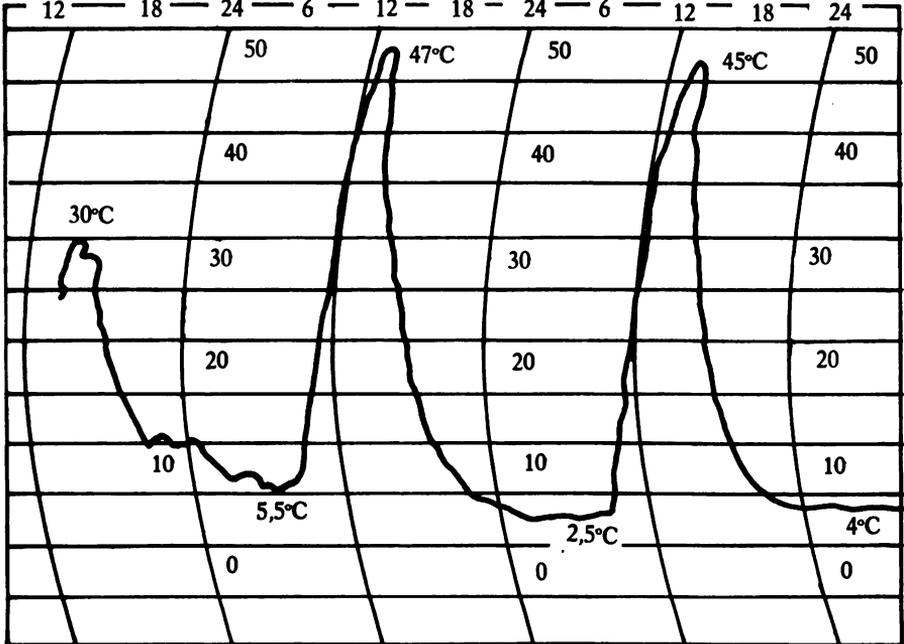


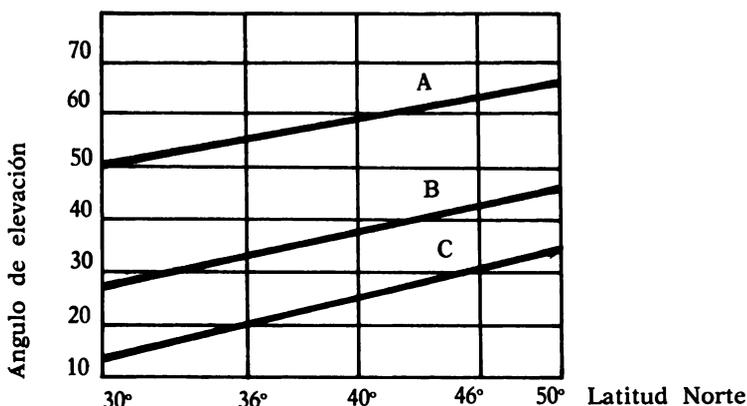
FIGURA 1. Vidrio hortícola 4 mm.

INVERNADERO SOLAR DE PAREDES FILTRANTES

En el espectro solar las longitudes de las luces útiles a la fotosíntesis de las plantas están todas en la luz visible. La irradiación de infrarrojos, por su parte, solamente contribuye a aumentar la temperatura en el interior del invernadero y, en consecuencia, aumenta también la necesidad de agua por parte de los cultivos.

La intensidad de la radiación es tal que se precisa limitar la temperatura para evitar daños a las plantas, durante las horas del día; pero durante la noche, al descender la temperatura exterior, se precisa a su vez calentar el invernadero, para mantener la temperatura en su interior al nivel deseado.

Para absorber los rayos infrarrojos, evitando así los consiguientes daños, se pensó utilizar un filtro selectivo que también sirviese de pared al invernadero (el aporte de energía solar del infrarrojo corresponde al 50 % de energía total) y dejando todavía fil-



- A) Máxima insolación invierno.
- B) Máxima insolación verano.
- C) Máxima insolación durante todo el año.

FIGURA 2. Gráfico de elevación de las cubiertas de invernaderos.

trar las longitudes de ondas visibles biológicamente, tan útiles para el desarrollo de los cultivos. Se ha dotado entonces al invernadero, de paneles plásticos «Polisol» que están constituidos por dos paredes filtrantes y en cuyo interior circula un líquido químico transportador de calor.

Durante el día, este líquido recoge toda la energía solar infrarroja bajo forma de calor que se acumula y se almacena en un contenedor. Por la noche este líquido caliente se pone en circulación y calienta así el invernadero.

Los resultados obtenidos hasta ahora son muy satisfactorios.

Este sistema abastece el 40 % de la media del consumo total de la energía solar (600 Kcal/h m² por día en invierno, 1.300 Kcal/h m² por día en primavera y 2.300 Kcal/h m² en verano). Al ser estas últimas excedentes, podrán ser aprovechadas para refrescar el invernadero, alimentando a un acondicionador de aire por absorción.

Para algunas regiones como las mediterráneas y para algunos tipos de cultivos no será entonces necesario añadir al sistema ningún aparato de alimentación energética para los días nublados. El invernadero será completamente autosuficiente.

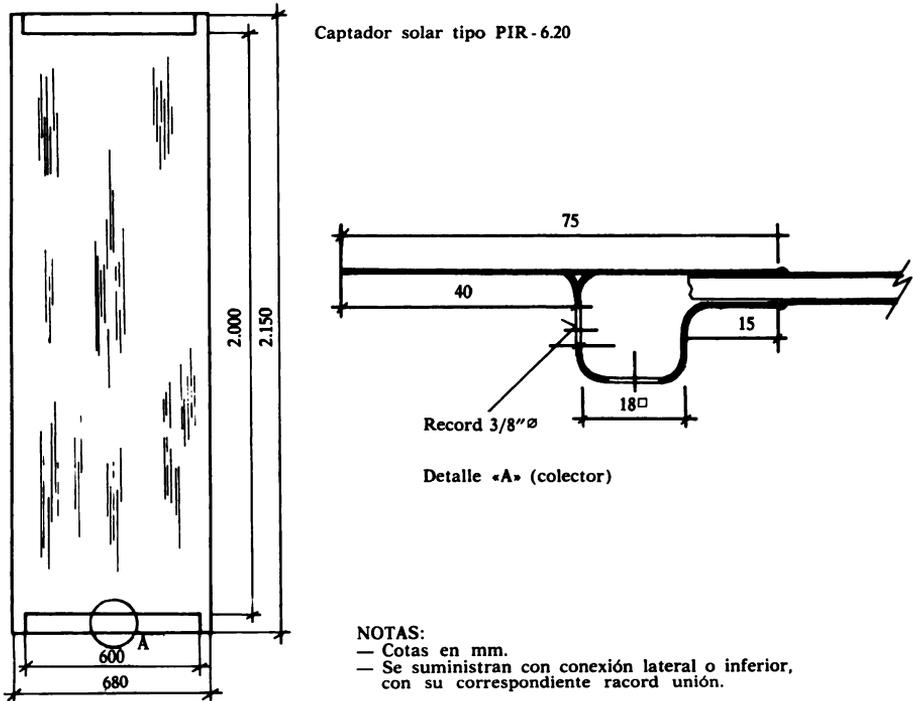


FIGURA 3

Además, como ya hemos dicho, al absorber los rayos infrarrojos reducimos el consumo de agua en un 65 % con relación a la temperatura exterior, lo cual resulta muy importante para las zonas escasas de agua.

A este propósito se pensó acoplar este tipo de invernadero a los procesos de desalinización del agua de mar para la producción de viveros en zonas áridas.

Se ha tomado también en cuenta la posibilidad de acoplar cultivos en invernaderos solares a las acuaculturas aprovechando la lámina freática como volano térmico.

El prototipo montado en Zaragoza está previsto para tres circuitos:

1. Circuito de verano (enfriamiento).
2. Circuito de invierno (calefacción)
3. Circuito cromático (posibilidad de cambio de color para favorecer cultivos particulares).

Todos con regulación electrónica, programador y bomba de circulación alimentada por fotocélula solar.

Queda así demostrada la autosuficiencia energética del invernadero solar; su sencillez no precisa de ninguna estructura particular y su bajo coste se mantiene al mismo nivel del de los invernaderos tradicionales equipados con acondicionadores.

PRUEBAS «POLISOL» PARA INVERNADEROS

Tipo de prueba	Unidad de medida	Norma DIN	Características
Densidad	g/cm ³	53.479	1,2
Módula de elasticidad	Kp/cm ²	53.455	22.000
Módulo de dispersión superficial 23 °C, 10 ⁴ h, 180 Kp/cm ²	Kp/cm ²	53.444	16.000
<i>Pruebas a tracción</i>			
Tensión de alargamiento σ 1,0	Kp/cm ²	53.455	450-500
Alargamiento a σ 1,0	%	53.455	3,5
Límite de carga de alargamiento	Kp/cm ²	53.455	600-700
Alargamiento al límite de carga de alargamiento	%	53.455	6-7
Resistencia a torsión	Kp/cm ²	53.455	650-700
Alargamiento a torsión	%	53.455	80-120
Carga unitaria de rotura a tracción 23° C, 10 ⁴ h	Kp/cm ²	53.444	450
Límite de carga a flexión	Kp/cm ²	53.452	900-1050
Temperatura máxima	°C		135
Índice de refracción			1,586
Transparencia	%		89
