

# Características térmicas y de luminosidad de un invernadero de doble pared de film plástico inflable.

**El invernadero de doble pared presenta unas características de aislamiento térmico, que lo hacen aconsejable para cultivos con requerimientos de temperatura elevados, como plantas ornamentales o la flor cortada.**

## Introducción.

El invernadero de doble pared presenta unas características de aislamiento térmico, que lo hacen aconsejable para aquellos cultivos con requerimientos de temperatura elevados, como son las plantas ornamentales o la flor cortada. Sin embargo tienen como contrapartida que la doble capa resta luminosidad al interior del invernadero, y ello supone que el crecimiento del cultivo sea afectado por esta deficiencia.

Para estudiar las características de este tipo de cubierta de doble capa, se ha construido un invernadero experimental, sobre la base de la estructura de un módulo de invernadero comercial. El suelo de dicho invernadero que se ha previsto estéril, se ha aislado térmicamente, en el fondo y laterales, para limitar las pérdidas de calor a través del mismo y sobre él se han implantado macetas plantadas con Gerbera. El invernadero se ha equipado con un aerotermo

eléctrico, para aportar al invernadero, de forma perfectamente controlada, la energía en forma de calor, requerida para mantener las condiciones de temperatura, adecuadas al cultivo.

Para estudiar la carga térmica del invernadero experimental, se ha instalado un dispositivo para medida de las temperaturas del aire ambiente, en el interior del invernadero, a distintos niveles, y en el exterior del mismo. También se ha previsto medir la temperatura del suelo estéril, a distintas profundidades. La velocidad del viento, que incide directamente en el valor de la carga térmica, se ha previsto medirla igualmente en la proximidad del invernadero.

Para estudiar la pérdida de luminosidad en el interior del invernadero, con respecto al ambiente exterior, se ha previsto medirla indirectamente, contrastando las medidas de radiación solar global, en el exterior del invernadero, con las obtenidas en el interior del mismo.

## Descripción del dispositivo experimental.

### Invernadero.

Las dimensiones en planta son  $6,4 \times 4 \text{ m}^2$ , y corresponden a un módulo de invernadero de fabricación en serie. La altura hasta el canalón es de 2,4 m, alcanzando la cubierta, de forma circular, una altura máxima de 4,2 m. La superficie total traslúcida es de  $87 \text{ m}^2$ , y el volumen del invernadero de  $92 \text{ m}^3$ . La sección del invernadero se ha representado en la

figura 1.

La estructura es de perfiles tubulares de acero galvanizado, con murete perimetral de 40 cm de altura. La cubierta, de doble capa, es de film plástico EVA, de las siguientes características:

- Densidad a  $23^\circ\text{C}$ :  $950 \text{ Kg/m}^3$ .
- Contenido en Acetato de Vinilo: 14%.
- Espesor nominal de la película:  $18010^{-6} \text{ m}$ .
- Transmisión global del espectro visible: 90%.
- Transmisión al espectro infrarrojo 7-14 Mm: 12%.

Se mantiene una separación entre capas por medio de un ventilador centrífugo, de 0,2 CV de potencia, que funciona de forma intermitente, durante 3 minutos, con tiempo de parada de 10 minutos, intervalos de tiempo suficientes para mantener la separación entre láminas, compensando la fuga del aire presurizado contenido entre las mismas.

Para la ventilación el invernadero está equipado con mecanismo de apertura de la cumbre, en toda su longitud, y hasta un ángulo de  $30^\circ$ . Este mecanismo está accionado con motor eléctrico, con posibilidad de mando manual, o automático a través de termostato, regulado para abrir a partir de  $26^\circ\text{C}$ .

El suelo del invernadero es de tierra estéril, de 0,30 m de espesor, y está aislado en el fondo y laterales por medio de planchas de poliuretano de 30 mm de espesor y densidad  $20 \text{ Kg/m}^3$ .

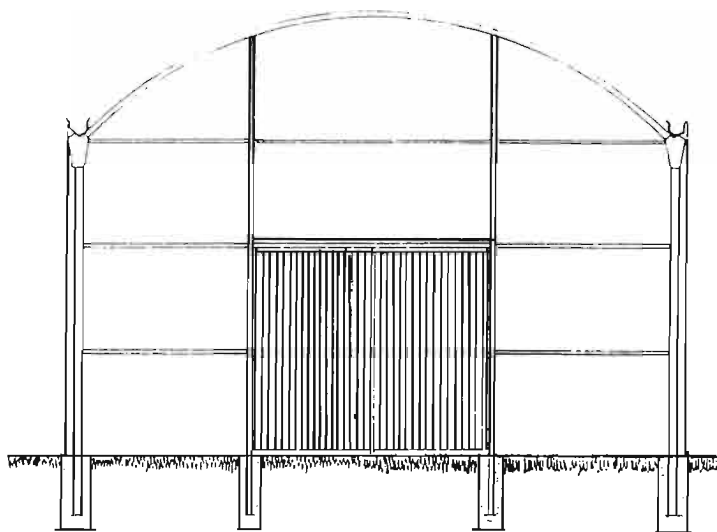
El cultivo elegido para configurar la experiencia de calefacción en condiciones reales, ha sido de Gerbera, implantada en macetas con sustrato de lana de vidrio, colocadas directamente sobre el suelo estéril. Las necesidades de calefacción de la planta suponen mantener una temperatura óptima en el invernadero de  $18^\circ\text{C}$ .

### Instalaciones de calefacción.

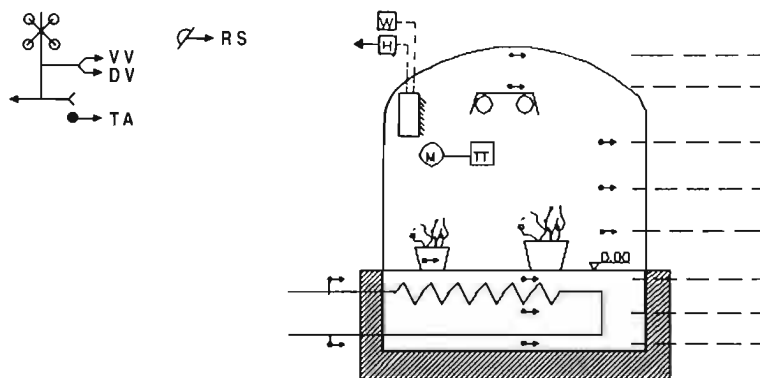
Para satisfacer las necesidades de calefacción del invernadero, se han previsto el calentamiento del aire por convección forzada, por medio de un aerotermo alimentado con energía eléctrica, emplazado en un extremo del módulo, a 2 m de altura sobre el suelo. La potencia del aerotermo es de 6,38 Kw. En el circuito eléctrico del aerotermo se ha intercalado un contador de energía activa,

**J.L. GUITERREZ MONTES**  
**CARLOS ADRADOS**  
**BLAISE-OMBRECHT**  
**EUGENIO GARCIA MARI**  
 Departamento de Ingeniería Rural y  
 Agroalimentaria de la Universidad  
 Politécnica de Valencia  
**JOSE M. CRUZ GONZALEZ**  
 Departamento de Física Aplicada  
 de la Universidad  
 Politécnica de Valencia

**Figura 1:**  
Sección del invernadero experimental,  
con estructura de perfiles tubulares de acero galvanizado,  
murete perimetral de 40 cm de altura  
y cubierta de doble capa con film plástico EVA



**Figura 2:**  
Disposición de los sensores  
para la medida de las temperaturas



(M)	Manómetro diferencial	(K)	Medidor instantáneo de caudal
VV	Velocidad del viento	(Q)	Medidor integrado de caudal
DV	Dirección del viento	(W)	Contador de energía eléctrica
RS	Radiación solar	(H)	Contador de horas
TA	Temperatura ambiente	(I)	Contador de maniobra
T □	Sensor temp. agua	→	Señal eléctrica
●	Sensor temp. aire o suelo		

Medida de la T<sup>s</sup> del suelo a cotas -0,05, -0,15 y 0,25 m;  
medida de la T<sup>s</sup> del aire ambiente dentro del invernadero a +0,35, +1,20, +3,20 m;  
y medida de la T<sup>s</sup> ambiente exterior en un punto próximo al invernadero a 2,30 m  
sobre el suelo.

La doble capa  
resta luminosidad  
al interior  
del invernadero,  
y ello supone que  
el crecimiento del cultivo  
queda afectado por  
esta deficiencia.

para determinar la energía calorífica aportada al invernadero. El control del aerotermostato se realiza mediante un termostato, con diferencial regulable, emplazado a una altura de 1,50 metros sobre el suelo del invernadero.

El invernadero dispone además de un suelo caliente, con el que se puede controlar las pérdidas hacia el suelo, igualando la temperatura del suelo y la del ambiente, en el interior del invernadero, e incluso aportar energía al interior del invernadero, cooperando con el sistema de calefacción de aire caliente.

*Instrumentación para medida de las variables climáticas del invernadero.*

- *Medidas de temperaturas.*

La medida de la temperatura del suelo, se realiza a tres niveles de profundidad, a cotas -0,05, -0,15, -0,25, en dos localizaciones distintas, por medio de termopares tipo T, de Cobre-Constantan.

La medida de la temperatura del aire ambiente en el interior del invernadero, se realiza en planos distintos, por medio de termopares tipo T, de Cobre-Constantan, situados a cotas sobre el suelo del invernadero +0,35, +1,20, +2,20, +3,20, con un total de veintidós puntos.

La medida de la temperatura del aire ambiente, exterior al invernadero, en un punto próximo al invernadero, situado a una altura de 2,30 m sobre el suelo, por medio de termopar tipo T, de Cobre-Constantan, protegido

**E**l coeficiente de pérdidas globales de calor, a través de las paredes de un invernadero de doble capa inflable, en ausencia de viento, es aproximadamente la mitad que en un invernadero de vidrio.

de la incidencia de la radiación solar.

La disposición de los sensores se representa en la figura 2.

#### - Medidas de radiación.

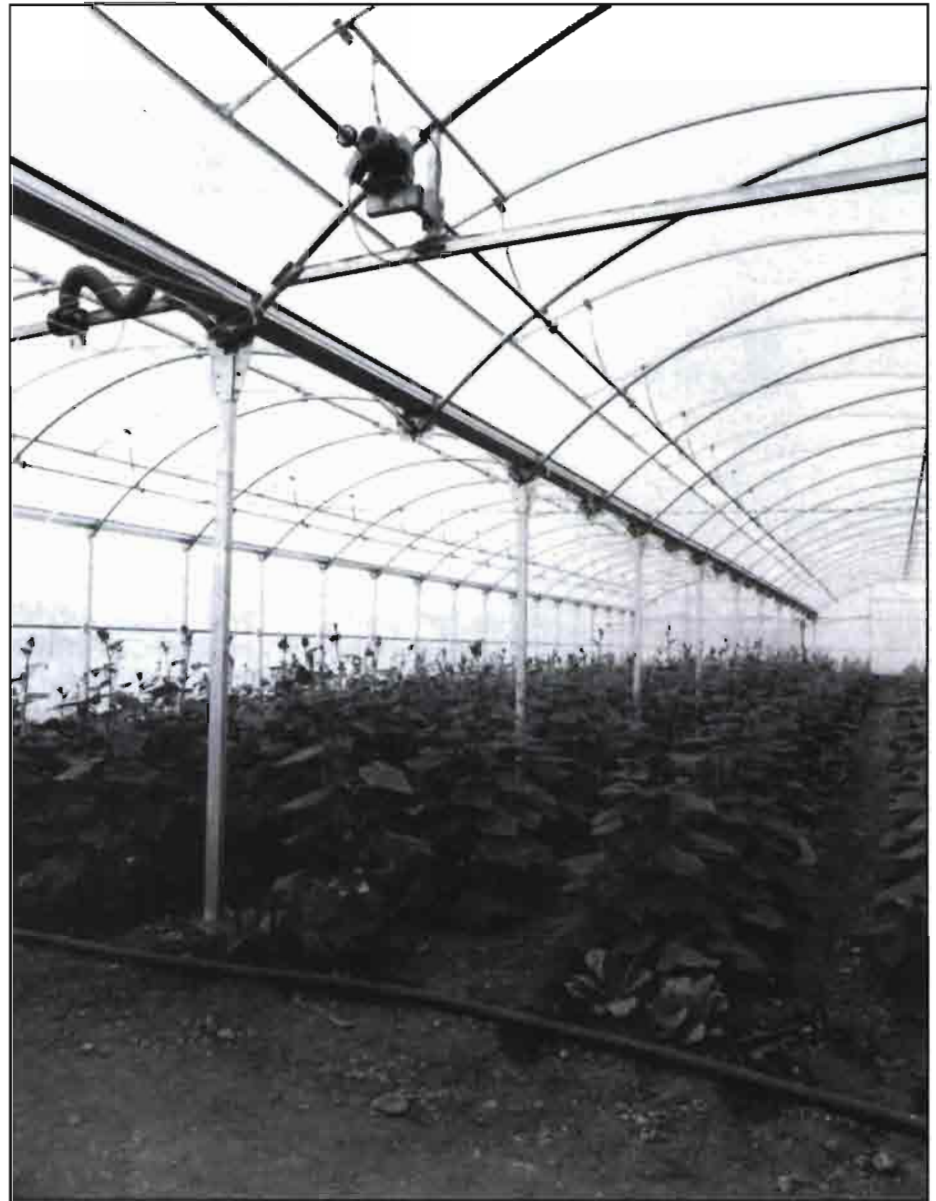
La medida de la radiación solar global incidente sobre un plano horizontal, exterior al invernadero, se ha realizado mediante un piranómetro Kipp Zonen, colocado a una altura de 2 m sobre el terreno. La medida de la radiación solar global incidente sobre un plano horizontal, interior al invernadero, mediante un piranómetro Midleton, a la altura de la masa foliar de las plantas.

#### - Medida de la velocidad del viento.

La medida de la velocidad del viento, se ha realizado mediante anemómetro de cazoletas, que incorpora una dinamo tacométrica, cuya salida analógica es proporcional a la velocidad. Se ha situado a cinco metros de altura, próximo al invernadero.

#### - Sistema de adquisición de datos.

Para el acondicionamiento y registro de las medidas proporcionadas por los distintos sensores, se ha empleado un equipo compuesto por un Autodata Ten 10 de Accurex, con capacidad para cincuenta canales de medida. Está equipado con tarjetas para termopares y tarjetas para tensiones, conectado a un ordenador personal. Mediante un programa de



comunicaciones, son registrados en soporte magnético, por el ordenador, los datos recogidos por el escrutador del Autodata, a intervalos regulares de tiempo. Posteriormente los datos han sido procesados mediante el programa Lotus, 123.

#### Ciclos de toma de datos.

- Ciclos de funcionamiento con el dispositivo de inflado de las paredes en servicio: desde el día 11 de Marzo de 1988 hasta el día 22 de Abril de 1988; desde el día 22 de Febrero de 1989 hasta el día 5 de Marzo de 1989.

- Ciclo de funcionamiento con el dispositivo de inflado de las paredes desconectado: desde el día 29 de Marzo de 1989 hasta el día 4 de

Abril de 1989.

#### Resultados obtenidos.

Carga térmica del invernadero y coeficiente de pérdidas globales de calor, a través de las paredes del invernadero.

En el cuadro 1 se ha representado los datos obtenidos, a partir de las medidas efectuadas. Estos datos, para cada ciclo, se han elaborado de la forma siguiente:

- Energía consumida: La energía calorífica (E) aportada al invernadero, se obtiene mediante la expresión:

$Energía = Lectura (kWH) \times 3,6 (MJ)$   
donde el valor en kWh corresponde al consumo de energía eléctrica, medido por el contador de energía activa, intercalado en el circuito del ae-



Climatización  
frío-calor  
y generadores  
de aire caliente



Nuestros invernaderos  
permiten  
la automatización  
total

## Los hacemos bien

Con nuestras estructuras es posible adaptar todo tipo de mallas para la protección de cultivos en las especies de clima mediterráneo.



Tecnología hortícola  
y diseño industrial  
a su servicio



## Invernaderos adaptados a los cultivos



Cristal y Plásticos  
de ambiente  
como el Celloflex,  
policabornato,  
poliester, etc



Adaptación y proyectos con doble cámara hinchable, ventiladores, paneles de cooling-system, pantallas térmicas enrollables.

**Adaptamos el clima a las necesidades de cultivo**



  
**ININSA**  
INVERNADEROS  
E INGENIERIA, S.A.

CAMINO XAMUSSA, s/n.  
APDO. CORREOS 145 - 12530 BURRIANA - (CASTELLON)  
TEL. (964) 51 46 51 - FAX: (964) 51 50 68



rotermo.

- Período: Se denomina período (t) al intervalo de tiempo que corresponde a un ciclo diario, de funcionamiento de la calefacción del invernadero. Está comprendido entre el momento en el que la calefacción inicia su funcionamiento (normalmente a la caída del sol, si el día ha sido soleado), y el momento, del día siguiente, en que se detiene. (debido a que la insolación y por tanto la elevación de temperatura, la hace innecesaria).

- Tiempo: Corresponde al tiempo efectivo de funcionamiento del dispositivo de calefacción. Se deduce del consumo de energía absorbido por el aerotermino, medido por el contador de energía activa, dividido por el valor de la potencia absorbida por el mismo.

- Viento: Corresponde al valor medio de la velocidad del viento ( $V_{viento}$ ), durante el período de funcionamiento del aerotermino.



Invernadero de doble pared con plástico de polietileno y laterales de policarbonato en Carolina del Norte (USA). En primer término extractores para la renovación del aire en el interior del invernadero seguramente pertenecientes al sistema cooling.  
Foto: Comité Internacional de Plásticos en Agricultura.



## 5 años

1986 - 1991



Habida cuenta de que la información aparecida en los tres últimos años de **FRUTICULTURA Profesional** y dos de **VITICULTURA/ENOLOGIA Profesional**, es de total vigencia y actualidad, con motivo de celebrarse nuestros 5 años de labor editorial, queremos brindar a todos nuestros lectores la oportunidad de completar sus colecciones en unas extraordinarias y muy favorables condiciones económicas que son:

**Oferta válida únicamente hasta el 30. .1991 (España y Portugal)**

Colección Año	Precio Normal	Oferta
<b>Fruticultura Profesional</b> 88-91	20.650	15.000
<b>Viticultura Enología Profesional</b> 89-91	11.700	8.500

**NUEVOS SUSCRIPTORES**  
**SUSCRIPTORES ACTUALES**

Se les hará un **20% de descuento** sobre el precio de las colecciones anuales anteriores que deseen (ver Caracterización de las Colecciones).

Si se agotara algún Nº de las Colecciones, se les descontarán 500 Ptas. sobre el importe de esta oferta.

Escriba o marque con una cruz según lo que corresponda:

SUSCRIPTOR:  NUEVO /  ACTUAL:

OFERTA QUE DESEA:  Fruticultura Profesional  Viticultura Enología

**Caracterización de las Colecciones**

<b>FRUTICULTURA Profesional</b>		
1988 -	7 ejemplares (incluye 1 Extraordinario y Especial PERAL).	4.450 Ptas.
1989 -	8 ejemplares (incluye 1 Extraordinario y Especial CÍTRICOS)	5.400 Ptas.
1990 -	8 ejemplares (incluye 1 Extraordinario y Especial ALBAREOCQUE, CEREZO y CIRUELO	5.400 Ptas.
1991 -	8 ejemplares (incluye 1 Extraordinario y Especial MANZANO)	5.400 Ptas.
<b>VITICULTURA/ENOLOGIA Profesional</b>		
1989 -	5 ejemplares (incluye 1 Extraordinario)	3.700 Ptas.
1990 -	5 ejemplares, Nº 6 agotado (incluye 1 Extraordinario)	3.700 Ptas.
1991 -	6 ejemplares e INDICE 89-90 (incluye 1 Extraordinario)	4.300 Ptas.

**AGRO LATINO**  
Aprta. 20.141  
08080 - BARCELONA  
Tel.: (93) 456 85 63  
Fax.: (93) 235 91 04

Nombre y Apellidos.....Empresa.....  
Dirección..... C. P. ....  
Población.....  
Prov.....Tel.....Fax.....  
La suscripción es:  por la Empresa.  Personal.  Firma.....  
Oferta válida únicamente hasta el 30.11.1991 (España y Portugal)

**Cuadro 1:**  
**Resultados correspondientes al ciclo de funcionamiento**  
**con calor aportado al suelo del invernadero por el aerotermo**

Fecha	Energía (MJ)	Período (horas)	Tiempo (horas)	V viento (m/seg)	T <sub>ext.</sub> (°C)	T <sub>inv.</sub> (°C)	T <sub>suelo</sub> (°C)	C <sub>term.</sub> (W/K)	Observaciones
(1988)									
11-03/14-03	413.460	33.00	16.84	0.50	07.4	18.7	24.9	307.7	Invernadero inflado
14-03/15-03	109.080	09.00	04.31	0.40	09.3	19.4	22.0	334.6	
15-03/16-03	064.260	09.00	02.60	2.00	14.3	18.7	23.3	450.8	
16-03/17-03	021.960	09.00	00.90	2.00	16.9	18.3	22.6	487.6	
17-03/21-03	339.876	36.00	13.95	0.80	12.4	21.4	--.	291.7	
21-03/22-03	077.832	09.00	03.20	2.55	13.9	21.3	28.0	324.6	
22-03/24-03	242.450	18.00	09.91	0.90	11.3	21.9	28.2	353.1	
24-03/25-03	035.500	09.00	01.35	1.40	17.6	21.0	31.3	321.3	
25-03/28-03	280.440	27.00	11.57	0.80	12.1	21.5	30.7	305.5	
28-03/29-03	111.600	09.00	04.45	0.60	10.0	21.6	28.0	295.3	
06-04/07-04	191.810	09.00	07.59	0.50	07.2	18.3	23.2	531.5	
07-04/08-04	132.840	09.00	05.24	1.00	10.0	19.5	27.7	429.9	
08-04/12-04	446.580	36.00	18.13	0.50	11.5	19.5	24.1	429.7	
12-04/13-04	052.920	09.00	02.08	2.00	16.5	20.5	27.6	413.1	
13-04/14-04	027.180	09.00	01.16	0.90	16.6	20.8	29.8	201.0	
14-04/15-04	047.090	09.00	01.77	0.30	14.0	20.4	29.6	225.2	
15-04/18-04	248.724	27.00	09.78	0.70	12.7	20.0	27.2	348.3	
18-04/20-04	151.236	18.00	06.15	0.60	13.8	20.1	26.0	371.2	
20-04/21-04	089.532	09.00	03.47	0.60	12.3	20.2	29.3	346.2	
(1989)									
22-02/23-02	125.820	13.33	05.47	0.59	09.2	20.2	24.3	237.5	Invernadero desinflado
23-02/24-02	221.400	13.00	09.63	2.20	08.2	19.9	20.8	403.5	
24-02/25-02	260.640	25.43	11.34	1.86	09.7	19.7	18.6	282.5	
25-02/26-02	112.680	14.00	04.90	6.06	14.8	20.3	17.9	408.1	
26-02/27-02	203.580	13.17	08.86	2.77	08.6	20.4	17.9	364.3	
27-02/28-02	128.628	13.00	05.60	5.65	14.0	20.2	17.4	441.5	
28-02/01-03	075.240	12.50	03.00	3.41	15.7	20.3	18.5	358.5	
01-03/03-03	165.060	14.50	06.55	2.05	15.0	20.7	19.0	532.0	
02-03/03-03	095.580	12.00	03.80	2.67	15.0	20.4	18.8	413.2	
04-03/05-03	148.860	14.00	05.91	0.51	08.8	20.2	18.6	257.7	
26-03/28-03	206.460	27.70	08.19	1.91	11.8	19.7	19.5	260.8	
28-03/29-03	110.700	13.80	04.39	3.08	12.9	19.7	19.3	327.0	
29-03/30-03	182.160	16.40	07.23	4.12	12.2	19.5	18.8	423.1	
30-03/31-03	173.952	13.90	06.90	1.28	10.3	19.4	18.9	383.0	
31-03/01-04	188.100	15.30	07.46	0.77	09.3	19.5	18.0	333.3	
01-04/02-04	107.568	11.40	04.27	0.59	11.4	19.4	18.9	328.1	
02-04/03-04	098.280	14.50	03.90	0.80	12.1	20.0	19.0	238.4	
03-04/04-04	214.452	12.00	08.51	2.01	07.9	19.0	18.5	445.6	

- Temperatura exterior ( $T_{ext}$ ): Corresponde al valor medio de la temperatura ambiente exterior, durante el período de funcionamiento del aerotermo.

- Temperatura invernadero ( $T_{inv}$ ): Corresponde al valor medio, de la temperatura media del aire ambiente interior del invernadero, durante el período de funcionamiento del invernadero.

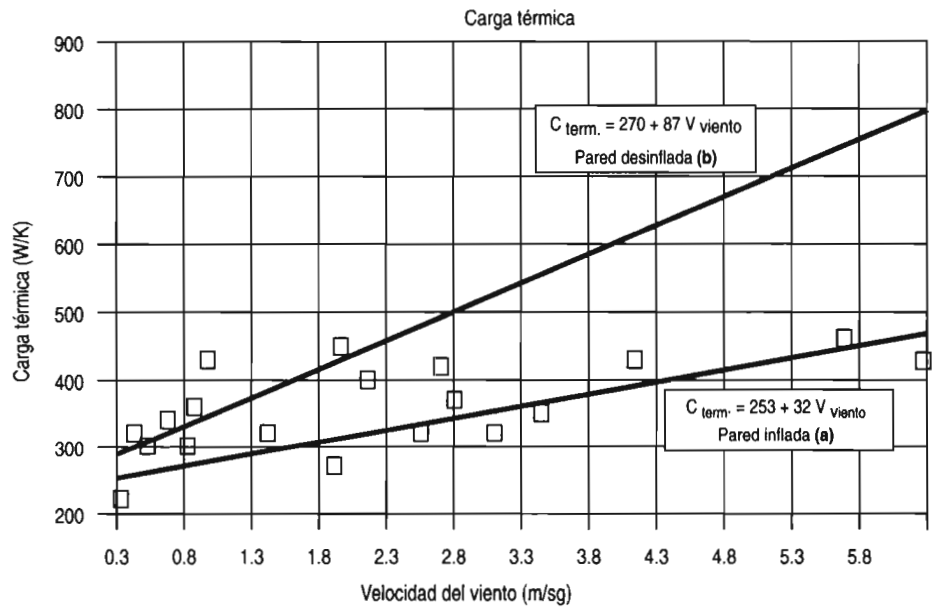
- Temperatura suelo ( $T_{suelo}$ ): Corresponde al valor medio, de la temperatura media del suelo del invernadero, durante el período de funcionamiento del invernadero.

- Carga térmica ( $C_{term}$ ): La carga térmica,  $C_{term}$ , se obtiene por medio de la expresión.

$$C_{term} = (E/t) / (T_{inv} - T_{text}) \text{ (W/K)}$$

En el cuadro 1 se recogen los datos, correspondientes a los ciclos de funcionamiento del sistema de calefacción por aire caliente, con las dobles

**Fig. 3:**  
**Invernadero inflable**



Representación gráfica de la recta de regresión obtenida en el ciclo de funcionamiento con calor aportado al suelo del invernadero por el aerotermo (cuadro 1), con el invernadero inflado (a) y desinflado (b).



## MALLAS PARA

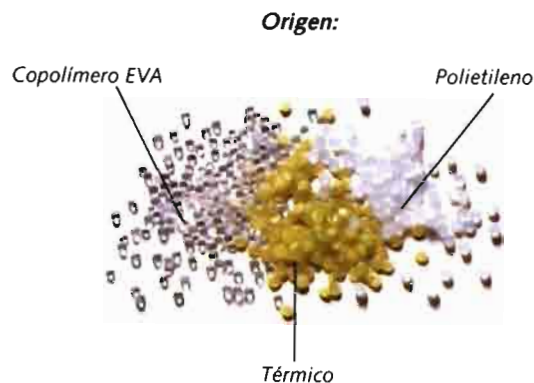
- EMBALAJE
- SOMBREO
- PEDRISCO
- ACONDICIONADO DE BALAS CILINDRICAS DE FORRAJE
- PROTECCION
- PALETIZADO
- ENTUTORADO
- CEPELLONES

**GIRO Hnos, S.A.**

JAUME RIBÓ, 44-58  
APTAT. DE CORREUS, n.º 15  
08911 BADALONA

TELEFONO (93) 384 10 11\*  
TELEX 59527 GIMA-E  
TELEFAX (93) 384 27 69

R.S.I. N.º 39.4329 CAT  
49.00980 B



# Nuestra materia prima. El origen de su productividad.

**Desarrollo:**  
Filmes para invernaderos,  
pequeños túneles  
y dobles techos.



**Invernaderos:**

Polietileno Alcudia CP-124, CP-127  
y CP-128 (térmico).

Polietileno Alcudia CP-117 y CP-119  
(larga duración).

Copolímero EVA Alcudia CP-632  
(térmico).

**Pequeños túneles y dobles techos:**

Copolímero EVA Alcudia CP-632  
(térmico).

Nuestra materia prima potencia la  
productividad en las cosechas de sus clientes  
y aumenta sus ventas.

Nuestros compuestos especiales de  
Polietileno y Copolímeros EVA son la base  
de la fabricación de filmes para invernaderos  
y pequeños túneles. Productos que funcionan  
y tienen una gran demanda.

Porque nuestra materia prima es el origen  
de su productividad.

**Nuestra materia prima. El origen del desarrollo.**



**Oficinas Centrales:** Juan Bravo, 3 B. 28006 Madrid. Tel. (91) 348 85 00. Télex 49840 / 23182. Fax (91) 576 80 28 / 576 79 35.

**Delegaciones en España:**

**Barcelona:** Tel. (93) 414 46 09. **Bilbao:** Tel. (94) 416 16 55. **Elche:** Tel. (96) 545 48 40. **Madrid:** Tel. (91) 348 85 00.

**Valencia:** Tel. (96) 352 63 69. **Vigo:** Tel. (986) 41 91 22.



Invernadero multicapilla en Perpignan (Francia). Las paredes de doble pared, dadas sus características de aislamiento térmico, permiten cultivar especies con necesidades de temperatura elevada aún cuando la influencia climática no sea la adecuada. Foto: Comité Internacional de Plastiques en Agriculture.

paredes separadas por el inflado y con el dispositivo de inflado desconectado.

Variación de la carga térmica y el coeficiente de pérdidas, con la velocidad del viento y la temperatura del suelo del invernadero.

En la figura 3 se han representado los valores de el cuadro 1, correspondientes a la carga térmica, en el eje de ordenadas, y a la velocidad del viento, en el eje de abcisas, cuando las paredes del invernadero están infladas. A partir de ellos y de las temperaturas del aire ambiente del invernadero, se ha obtenido una regresión lineal de la forma.

$$C_{term} = 253 + 32V_{viento} + 2,5(T_{inv} - T_{suelo})$$

En la figura 3 se ha representado también la recta de regresión,

$$C_{term} = 253 + 32V_{viento} \quad (1)$$

en la que se considera que las pérdidas, a través del suelo son insignificantes.

El coeficiente global de pérdidas, a través de la cubierta del invernadero, lo obtendremos a partir de la expresión y de la superficie total traslucida del invernadero ( $S_t$ ). El coeficiente de pérdidas, a través de las paredes de un invernadero de doble capa, será por tanto,

$$K_{pérdidas} = \frac{C_{term}}{S_t} = 2.91 + 0,37V_{viento}W/(Km^2)$$

El valor del coeficiente global de pérdidas, para aire en calma,  $2.91 W/(Kxm^2)$ , coincide con el propuesto por Alpi y Tognoni, para el invernadero de doble pared de polietileno.

La variación del coeficiente de pérdidas debido al viento, para invernaderos de doble capa,  $0.37V_{viento}$  es el 68% del valor que obtiene Morris para el vidrio.

En la figura 3 se han representado también los valores de el cuadro 1, correspondientes a la carga térmica, en el eje de ordenadas, y a la velocidad del viento, en el eje de abcisas, cuando las paredes del invernadero están desinfladas.

Desafortunadamente los datos obtenidos con el invernadero desinflado son escasos. A partir de ellos y como una primera aproximación, se ha obtenido una regresión lineal de la forma,

$$C_{term} = 270 + 87V_{viento} \quad (2)$$

donde se expresa la relación entre el valor de la carga térmica y la velocidad del viento.

El coeficiente global de pérdidas, a través de la cubierta del invernadero, para el invernadero desinflado, lo obtendremos a partir de la expresión (2). La expresión que resulta es,

$$K'_{pérdidas} = 3.10 + 1.00V_{viento} W/(Km^2)$$

Se comprueba que las pérdidas, con

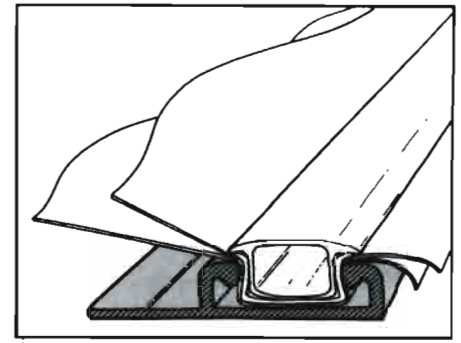
**El efecto del viento, en la variación del coeficiente de pérdidas, es menor, en un invernadero de doble capa, que en un invernadero de vidrio.**

aire en calma, son del mismo orden que con las paredes infladas, debido a que las paredes se mantienen separadas. Sin embargo la variación del coeficiente de pérdidas, debido al viento se hace tres veces superior, debido a que el viento, al presionar sobre las paredes del invernadero, contribuye a unir las.

**Pérdida de luminosidad en el interior del invernadero.**

Los valores de la irradiación solar, sobre una superficie horizontal, tanto en el interior como en el exterior del invernadero, se han obtenido diariamente para los meses comprendidos entre Enero y Abril de 1989. En estos meses las posibles deficiencias de luminosidad, tiene la máxima relevancia al ser más reducido el pe-

Detalle de la obertura cenital en un invernadero de doble pared de plástico. Una gran altura de la obertura asegura una rápida y excelente aireación del invernadero. Foto: Filclair.



Fijación de la doble capa de plástico en el perfil Super 90® de Filclair.

**Cuadro 2:**  
**Valores de Energía (MJ) por m<sup>2</sup>, que alcanza el plano horizontal donde está situado el piranómetro**

Día	E <sub>exterior</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	E <sub>interior</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	100x(E <sub>int</sub> /E <sub>ext</sub> ) (%)	Observaciones
24-1	9.654	3.642	37.7	Soleado
25-1	4.740	2.211	46.6	Nuboso
15-2	12.755	5.517	43.3	Soledado
17-2	11.754	4.926	41.9	Claros y nubes
23-2	6.238	2.374	38.1	Nuboso
24-2	4.000	1.531	38.3	Nuboso
27-2	15.927	6.648	41.7	Claros y nubes
28-2	14.990	5.762	38.4	Claros y nubes
1-3	12.161	5.414	44.5	Claros y nubes
2-3	13.483	5.454	40.5	Claros y nubes
3-3	16.120	6.515	40.4	Soleado
10-3	16.393	7.385	45.0	Soleado
14-3	8.559	3.508	41.0	Nuboso
15-3	17.238	7.675	44.5	Soleado
18-3	2.708	0.966	35.7	Muy nuboso
27-3	14.418	6.072	42.1	Claros y nubes

río de insolación.

Se han procesado algunos días significativos por corresponder a días soleados, o parcialmente nublados, o completamente nublados, obteniéndose los valores de la energía por metro cuadrado, que alcanza el plano horizontal donde está situado el piranómetro. Los valores obtenidos están representados en el cuadro 2.

Los valores medios de los porcentajes que corresponden a los días soleados, nubosos y con claros y nubes, son respectivamente, 42.2%, 39.9% y 41.5%

## Conclusiones.

1ª El coeficiente de pérdidas globales de calor, a través de las paredes de un invernadero de doble capa inflable, en ausencia de viento, es aproximadamente la mitad que en un invernadero de vidrio.

2ª El efecto del viento, en la variación del coeficiente de pérdidas, es sensiblemente menor, en un invernadero de doble capa, que en un invernadero de vidrio, aproximadamente 65%.

3ª El invernadero con cubierta de doble capa, cuando el dispositivo de inflado no funciona, en ausencia de viento, presenta un coeficiente de pérdidas de valor no muy alejado, al correspondiente con el invernadero inflado. Esto se debe a que en estas circunstancias de ausencia de aire, las capas de plástico están separadas. Cuando sopla el viento, las dos capas de plástico se unen debido a la presión del aire, y el coeficiente de pérdidas, experimenta una fuerte subida.

4ª En el invernadero de doble capa, la energía solar que alcanza un plano

**MOTIF, S. A.**

### MACETAS / CONTENEDORES

Gran variedad



DELEGACIONES EN TODA ESPAÑA

### ✓ UMBRACULOS



### ✓ INVERNADEROS TUNEL



### ALGUNOS DE NUESTROS PRODUCTOS

UMBACULOS Y TUNELES EN KIT (Solicite presupuesto)  
GRAN OFERTA DE MACETAS Y CONTENEDORES.

BANDEJAS DE CULTIVO.

MALLAS: sombreado, antitrips, antipulgón, antipajaros, etc.

MALLA térmica.

TUTORES: redondos de Bambú y recortes.

LAMINA: antihierba (gran calidad a bajo coste).

ATADORAS: mallas y tutores.

FILMS: tratados para Túneles.

### ✓ ACOPLAMIENTOS RAPIDOS



### ✓ ETIQUETAS PARA COLGAR TIVEK Con perforación para impresoras



### ✓ MANTA TERMICA

BASE UV. cubre cultivos es de polipropileno. Este velo cubre-cultivos, no tejido, muy ligero se aplica para la protección de cultivos de hortícolas. Flores, plantas, árboles y frutales en el exterior, en invernaderos y túneles.



*Solicite nuestro catálogo a todo color*

### ✓ TELAS ANTI-HIERBA



### ✓ TUTORES REDONDOS BAMBÚ TUTORES RECORTE BAMBÚ





Los mejores invernaderos del mercado permiten adaptar todo tipo de cubiertas (film de polietileno simple, doble film de polietileno, placas rígidas, metacrilato, etc...).  
Foto: Inverca

horizontal a la altura del cultivo, es aproximadamente 40% de la que alcanzaría un plano horizontal, al aire libre. Este efecto se acentúa, en algo más de un punto, cuando además el día está nublado.



### Bibliografía

- Morris, L.G. The heating and ventilation of greenhouse, Conv. Int. difesa delle colture e degli allevamenti dalle avversità climatiche, Turfn, 1961.

- Alpi, A., Tognoni, F., Coltivazione in serra, Edagricole, Bologna (Italia), 1983.



## AGRI-HORTEQ / SU PARTNER EN AGRICULTURA

### TECNOLOGIA SUBSTRATOS

#### Agri-drip 1000

- Una unidad sencilla, dirigida óptimamente por la computadora incorporada. Se puede utilizar tanto en cultivo de hortalizas como de flor cortada
- regulable por sección de válvula (64 unidades)
  - dosificación de varios programas de fertilizantes (6 cultivos)
  - preparado con regulador de EC/pH
  - sistema de alarma incorporada
  - filtros y bomba de agua de acero inoxidable
  - la computadora es adaptable a ampliaciones, tal como instalación de fertilizante en líquido, inyección directa.

#### Somos especialistas en:

- Instalación de pantalla térmica
- Equipos & materiales de riego
- Cultivos intensivos



#### AGRISYSTEMS ESPAÑA, S.A.

Apdo. 172 - 29080 NUEVA ANDALUCIA (Málaga)

Tel.: 952/811415 - Fax.: 952/810332