

**El incremento del precio de combustibles ha producido un renovado interés por las técnicas de ahorro de energía**

## Cubiertas adicionales de plástico en invernaderos

PERALES, A., VERA, J., PASCUAL, V., GARCÍA, J.L. Y LUNA, L.  
Dpto. Ingeniería Rural, UPM  
jlgarcia@iru.etsia.upm.es



El incremento del precio de los combustibles ha producido un renovado interés por las técnicas de ahorro de energía. En el cultivo en invernadero, se pueden emplear métodos sencillos y de bajo coste con este fin, como la utilización de túneles y cubiertas adicionales de plástico flexible en el interior del propio invernadero.

**Túneles de plástico en cultivo de ornamentales, sobre mesas de cultivo con calefacción, en el interior de un invernadero de cristal.**

Estas técnicas, que se pueden utilizar tanto en cultivos con y sin calefacción, se han evaluado en invernaderos de investigación de la ETSI Agrónomos de Madrid.

### Uso de cubiertas adicionales de plástico flexible

En el interior de los invernaderos se emplean en muchas ocasiones cubiertas adicionales de plástico para mejorar el clima en el entorno de la planta y ahorrar energía en climatización.

Uno de los sistemas es la instalación de túneles de polietileno en el interior del invernadero, sobre el suelo o sobre las mesas de cultivo (Figura 1); si existe

sistema de calefacción o climatización es conveniente que actúe dentro del túnel. Este sistema se utiliza en semilleros, para aumentar la temperatura y humedad; también resulta positivo para estaquillados. Otro sistema, también utilizado, es revestir el interior del invernadero con una segunda capa de plástico flexible (Figura 2). Las dos cubiertas, en este caso, deben estar separadas al menos entre 5 y 10 centímetros, para que la capa intermedia de aire haga eficazmente de aislante térmico.

■ **En el interior de los invernaderos se emplean en muchas ocasiones cubiertas adicionales de plástico para mejorar el clima en el entorno de la planta y ahorrar energía en la climatización**

La ventaja de esta segunda disposición es que los operarios pueden trabajar en el interior.

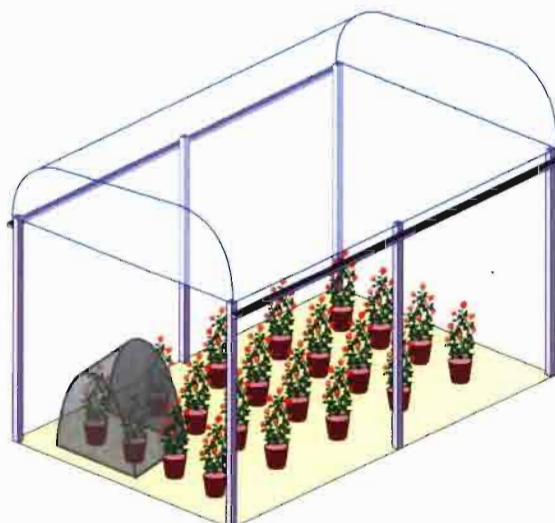
La cubierta adicional no debe tener huecos, especialmente por arriba, pues el aire caliente se escapa por las aberturas y la eficacia desciende drásticamente.

Dentro de la cubierta adicional de plástico, si no se emplea ningún sistema de climatización, la temperatura y la humedad relativa son mayores; si se utiliza calefacción, ésta se aprovecha más eficazmente y se ahorra energía.

En verano también puede instalarse un sistema de refrigeración (por ejemplo, aire acondicionado o paneles evaporativos) para el interior de la cubierta; al mejorar la estanqueidad de ese espacio también se aprovecha más eficazmente el equipo climatizador, y al dedicarse a un volumen más reducido puede ser de menor potencia. En ocasiones los productores desactivan la climatización gene-

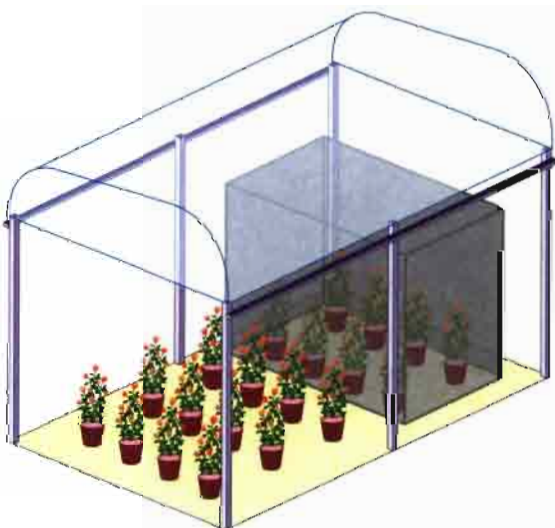
**Figura 1:**

**Colocación de un túnel de plástico flexible (en gris) en una zona del interior de un invernadero.**



**Figura 2:**

**Colocación de una cubierta adicional de plástico flexible (en gris) en una zona del interior de un invernadero.**



ral del invernadero, si no hay cultivo, y concentran la potencia en la zona cubierta por los plásticos. La desventaja en todos los casos es que se pierde un porcentaje de la radiación solar, si la cubierta no se retira durante el día; además, la humedad relativa puede

aumentar hasta producir condensaciones y goteos, lo que en determinados cultivos es perjudicial.

**Ensayos en invernaderos sin calefacción**

En la escuela de agrónomos de Madrid se realizaron ensayos colocando durante las noches un túnel de plástico sobre una de las hileras de cultivo, en el interior del invernadero.

El túnel, de 1.20 m de altura, se construyó con materiales sencillos: tubería de riego de PVC rígido y lámina flexible de polietileno de 0.15 mm de espesor.

En el invernadero, un multitúnel de estructura de acero galvanizado y cubierta de plástico rígido (metacrilato), se cultivaba *Gerbera jamesonii* en contenedores situados sobre el suelo.

En estas condiciones, se registraron las temperaturas en el exterior del invernadero (a 1.5 m de altura) y en el interior del mismo, dentro y fuera del túnel de plástico flexible, en posiciones simétricas y a la misma altura (0.5 m).

La temperatura media exterior fue de 11.3 °C; la interior, 13.3 °C, y en el interior del túnel, 14.5 °C. Por lo tanto el túnel consiguió un incremento medio de temperatura de 1.2 °C, sin utilizar calefacción (Figura 3).

Cuanto más fría fue la noche, mayor efecto consiguió el túnel.

**Ensayos en invernaderos con calefacción**

En invernaderos con calefacción se ensayaron en noches alternas dos técnicas con plásticos: 1) un túnel de plástico, de 1.20 m de altura, con lámina de polietileno, descrito en el apartado anterior, y 2) una cubierta interior de plástico, cubriendo las paredes y el techo de la mitad del invernadero a la altura del canalón (aproximadamente 3 m de altura), con la misma lámina de polietileno, sujeta con alambre galvanizado, de forma que era posible plegar el montaje de día; entre la lámina y las paredes quedaba una separación de alrededor de

**Cuadro 1:**

**Incremento de temperatura conseguido por un túnel de polietileno y por una cubierta interior de polietileno, en invernaderos con calefacción por suelo radiante**

TÉCNICA	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA DENTRO DEL PLÁSTICO (°C)	INCREMENTO TÉRMICO DENTRO DEL PLÁSTICO (°C)	ENERGÍA APLICADA EN CALEFACCIÓN (W/m <sup>2</sup> )
Suelo radiante + túnel de plástico ( 14 noches )	1,04	10,97	16,85	5,88	115
Suelo radiante + capa interior de plástico ( 20 noches )	3,76	11,92	14,14	2,22	116

10 cm. Cada una de las coberturas se extendía, en el interior del invernadero de metacrilato, solamente de noche.

Ambas técnicas se combinaron con dos sistemas distintos de

distribución del calor: uno por agua caliente (suelo radiante) y otro por aire caliente (aerotermostos).

La calefacción por suelo radiante estaba formada por una

malla de tuberías de agua caliente integradas en el suelo de mortero, alimentadas por una caldera eléctrica de agua caliente de 15 kW.

El calor se emitía desde la superficie del suelo. La calef-

**EL CUMPLIMIENTO IDEAL PARA CADA CULTIVO**

PROGRAMADORES | PANTALLAS TÉRMICAS | MOTORREDUCTORES | COMPLEMENTOS

**Iberned**  
la elección inteligente

PROGRAMADORES | PANTALLAS TÉRMICAS | COMPLEMENTOS | MOTORREDUCTORES

AUTÓMATAS IBERNED S.L.  
 (C) 34-968 554 801. fax 34-968 554 808  
 Po. In. de La Palma, 30593 La Palma, Cartagena, Murcia, España  
 E-mail: iberned\_mur@retemail.es; www.iberned-mur.com

**Cuadro 2:**

**Incremento de temperatura conseguido por un túnel de polietileno y por una cubierta interior de polietileno, con calefacción por aerotermos**

TÉCNICA	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA DENTRO DEL PLÁSTICO (°C)	INCREMENTO TÉRMICO DENTRO DEL PLÁSTICO (°C)	ENERGÍA APLICADA EN CALEFACCIÓN (W/m <sup>2</sup> )
Aerotermos + túnel de plástico ( 8 noches )	5,84	13,41	14,20	0,79	131
Aerotermos + capa interior de plástico ( 14 noches )	3,65	12,79	19,30	6,51	144

ción por aerotermos se realizó con dos generadores de aire caliente eléctricos, en posiciones simétricas a 1.5 m de altura, de 9 kW cada uno. Debido a la situación de los aerotermos, la corrien-

te de aire caliente se aplicaba por fuera del túnel; en cambio, las noches que se utilizaba la cubierta interior de plástico, la corriente de aire caliente quedaba dentro de la misma.

Los experimentos se realizaron durante dos campañas de calefacción utilizando lámina de polietileno de 0.05 mm, el primer año, y de 0.15 mm, el segundo año. No se encontraron diferen-

# Siempre al Día

*Las mejores variedades  
La técnica más avanzada*

Esquejes de clavel • Esquejes de crisantemo • Plantas de gerbera

*Las más elegantes rosas y gerberas  
con colores luminosos y atractivos.  
Plantas de calidad, con las más modernas  
técnicas para garantizar  
la satisfacción de nuestros clientes.  
Solicite nuestro catálogo.*

Av. Països Catalans, 133 - 1º 1ª  
43205 REUS (Tarragona)  
Tel.: 977 320 315  
Fax: 977 317 456

e-mail: [tecniplant@ediho.es](mailto:tecniplant@ediho.es)

Asturias y Cantabria

**AGRICOLA CUELI, S.A.**  
Alvaro de Albornoz, 3  
33207 Gijón - Tel.: 985 35 80 20

Galicia

**BACELO, S.L.**  
C/. Carrejal, 70  
Tel. 986 63 34 09 - Fax.: 986 63 34 90  
36740 TOMIÑO (Pontevedra)

Cádiz y Sevilla

**FRANCISCO GUERRERO ODERO**  
Tel. Movil. 609 86 79 07

Murcia y Alicante

**BULBO IMPORT S.L.**  
  
Av. Andalucía, 19  
Tel.: 950 46 44 68 - Fax.: 950 46 40 13  
04640 PULPI (Almería)

cias apreciables entre ambos grosores de plástico respecto al consumo de energía.

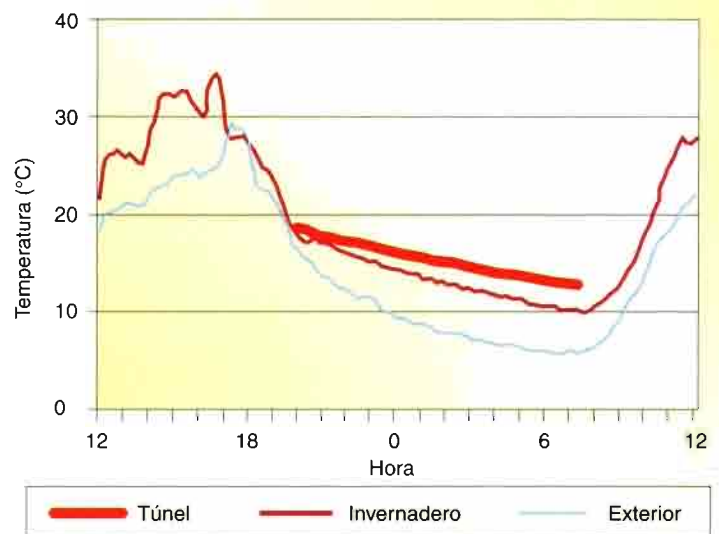
Los resultados de las dos técnicas de ahorro de combustible con plásticos se resumen en las tablas adjuntas. Con suelo radiante se obtuvieron mejores resultados utilizando el túnel, ya que el calor emitido por el suelo se recogía mejor, al estar el túnel más próximo al suelo que la capa interior de plástico. El incremento térmico medio conseguido fue de 5.9 °C.

Los resultados probablemente serían similares en cultivo en mesas, si se cubre la mesa con un túnel similar al descrito, y la fuente de calor está en el interior de la superficie cubierta. Por el contrario, con aerotermos la técnica más eficaz fue la colocación de la cubierta interior, que consiguió un incremento térmico medio de 6.5 °C. La colocación del túnel resultó poco interesante, porque la fuente de calor quedaba fuera de la cobertura.

Por simulación con modelos climáticos de invernadero, se ha estimado que el ahorro de combustible que se puede obtener con estas técnicas, para conseguir el mismo salto térmico respecto a la temperatura exterior, es del 35% al utilizar túneles, respecto a la calefacción con suelo radiante, y del 20% al utilizar la cubierta interior, respecto a la calefacción con aerotermos.

**Figura 3:**

**Evolución de las temperaturas en un invernadero sin calefacción con túnel instalado durante la noche (marzo)**



Ambas técnicas pueden ser muy útiles para ahorrar energía sin un coste apreciable, ya que los materiales e instalación son muy sencillos. Parecen adecuados para cubrir superficies especiales (semilleros, etc.) que requieran niveles de temperatura superiores al cultivo normal. La principal desventaja de estos sistemas es que, en principio, requieren su colocación y retirada cada noche, lo cual resulta complicado para grandes superficies.

Si la cubierta de plástico no se retira durante el día, se producen condensaciones y goteos por el aumento de humedad relativa en su interior, lo cual puede dar lugar a enfermedades criptogámicas, a no ser que el cultivo soporte sin problemas estos niveles de humedad.

**Para saber más...**

[www.horticom.com?52452](http://www.horticom.com?52452)



*¡ Los mejores resultados posibles !*

**El nuevo sistema JIFFY-7 PELLET-PACK tiene importantes ventajas:**

- Listo para utilizar
- Pastillas de turba Jiffy dispuestas en bandejas de plástico
- Disponibilidad en 4 tamaños diferentes de pastillas: 22, 30, 38 y 42 mm
- Bandejas de mayor rigidez para facilitar la manipulación
- Crecimiento libre de las raíces para mejor arraigamiento
- Entrega paletizada => reducción de costes de embalaje



**Clause-Tezier Ibérica S.A.**

Ctra. de la Cañada - Pla del Pou, km. 10 • 46980 Paterna (Valencia)

Tel.: (34) 96 132 27 05 • Fax: (34) 96 132 31 77

E-mail: [informacion@clause-tezier.es](mailto:informacion@clause-tezier.es) • Web: <http://www.jiffypot.com>

**Jiffy**

- Le Asesoramos y Realizamos el Estudio del Proyecto que Mejor se adecue a sus Necesidades.
- Instalaciones "Llave en Mano" con Asistencia Post Venta.




**ULMA Agrícola**  
**le Ofrece la Solución Integral**  
**para su cultivo**

**INVERNADEROS**

• ESTRUCTURA • RECUBRIMIENTO • PANTALLA TERMICA • FERTIRRIGACION • CALEFACCION • HUMIDIFICACION • EQU



ULMA C.Y.E.S. Coop.  
 P. Oribel nº3, Apdo. 13  
 20560 ONATI  
 Guipúzcoa  
 Tel: 943 034900  
 Fax: 943 716466

Almería  
 Este  
 Tel: 950 305246  
 Fax: 950 304297  
 Móvil: 670 496118

Este  
 Norte  
 Tel: 96 1665068  
 Fax: 96 1665149  
 Móvil: 670 496003

Norte  
 Sur  
 Tel: 943 034900  
 Fax: 943 71 64 66  
 Móvil: 670 496002

Agriícola  
**ULMA**

agricola@construccion.ulma.es