

UNA ZONA MUY HETEROGÉNEA EN LA QUE CONVIVEN LOS INVERNADEROS ARTESANALES CON LOS MÁS AVANZADOS

# Análisis de las principales estructuras de invernaderos de la cuenca del Mediterráneo

La crisis energética que tuvo lugar en la década de los 70 del siglo pasado puede ser considerada como la principal razón para el desarrollo de la horticultura en la cuenca mediterránea. Debido al incremento de los costes energéticos, la superficie de invernadero de los países del norte permaneció estable o disminuyó, mientras que dicha superficie creció mucho en zonas donde las necesidades de calefacción eran bastante menores. La horticultura mediterránea se benefició de la mayor disponibilidad de luz en otoño y en invierno y de la suavidad del clima invernal, gracias a la proximidad al mar de las zonas de producción (Castilla y Hernández, 2005).

E. Baeza, J.C. López.

Área de Tecnologías del Invernadero.  
Estación Experimental Las Palmerillas.  
Fundación Cajamar.

**D**e esta manera, el escenario energético llevó al establecimiento de dos modelos de producción claramente, diferenciados. Por un lado, los invernaderos del norte adoptaron alta tecnología, mayor transmisividad a la luz, técnicas de ahorro de energía para la calefacción y optimizaron todos los medios de producción para alcanzar cosechas muy elevadas. Hoy en día, la gran mayoría de invernaderos del norte usan cristal como material de cubierta. Por otro lado, tenemos los invernaderos del sur o mediterráneos, adaptados a las condiciones locales con inversiones moderadas y muy pocos o ningún sistema de control climático, aparte de la ventilación

natura. Esto genera condiciones subóptimas para la producción de los cultivos y la consecuencia son menores cosechas que en los invernaderos altamente tecnificados. La gran mayoría de invernaderos mediterráneos usan plástico (en concreto film plástico) como material de cubierta (Castilla, 2005).

## Principales tipos de invernadero de la cuenca mediterránea

### Invernaderos locales o artesanales

Este tipo de invernaderos son normalmente estructuras de bajo coste con muy poco control aparte de la ventilación; se construyen con materiales locales (por ejemplo, madera) y se cubren con lámina plástica de polietileno. El invernadero tipo parral (**foto 1**) es posiblemente el ejemplo más extendido de este tipo de estructu-

ras en términos de superficie. Solamente en Almería (España) cubre aproximadamente un área de 27.000 ha (EFSA, 2009). El invernadero parral está constituido por una estructura vertical de pilares rígidos (de madera o de acero) sobre la cual se coloca una doble malla de alambre que sirve para fijar la lámina plástica de cubierta. Al igual que en otras zonas mediterráneas, la disponibilidad y el precio de los materiales locales así como la experiencia en su construcción han sido fundamentales en la expansión de este tipo de invernadero.

La mayor ventaja de estos invernaderos artesanales es el bajo coste de inversión, lo que los hace muy apropiados para explotaciones de pe-



Foto 1. Invernaderos tipo parral.

queños productores. También tienen algunos problemas de importancia asociados a su diseño, como la falta de hermeticidad, la baja transmisividad a la radiación de la época invernal, etc., pero quizás el principal inconveniente es que la ventilación natural es insuficiente, lo cual se debe a:

- Pequeña superficie de ventilación, resultado de una mala combinación de ventilación lateral y cenital y a la construcción de ventanas cenitales pequeñas debido al miedo de los agricultores a rachas repentinas de fuertes vientos, dado que la automatización en la apertura y cierre de las mismas es anecdótica.

- Diseños de ventanas poco eficientes: las ventanas cenitales de tipo abatible son siempre preferibles frente a las de tipo enrollable dado que consiguen mayores tasas de ventilación a igualdad de tamaño (casi tres veces más intercambio de aire de acuerdo con Pérez-Parra y col., 2004).

- Uso de mallas anti-insecto de baja porosidad. Como se discutirá después, las mallas anti-insectos que se colocan en las ventanas reducen en gran medida la tasa de intercambio de aire del invernadero.

- La escasa distancia que hay entre invernaderos en muchas zonas de producción limita mucho la ventilación, sobre todo la ventilación lateral.

## En la práctica, es más útil encontrar un compromiso entre tener una buena transmisión de luz y los costes constructivos, así que la mayoría de los nuevos invernaderos tipo parral tienen una pendiente de cubierta de 25-30°

En relación a la transmisión de la luz, además de las propiedades del material de cubierta y del número de estructuras de soporte opacas, las simulaciones informáticas muestran que durante el invierno, incrementar la pendiente del invernadero de 11 a 45° puede incrementar la transmisión diaria de luz en cerca de un 10% (Castilla, 2005), al reducirse las pérdidas por reflexión. En la práctica, es más útil encontrar un compromiso

entre tener una buena transmisión de luz y los costes constructivos, así que la mayoría de los nuevos invernaderos tienen una pendiente de cubierta de 25-30°.

### **Invernaderos industriales de cubierta plástica**

En este grupo se pueden incluir un gran número de estructuras: invernaderos multicapilla, invernaderos multicapilla asimétricos, invernaderos tipo diente de sierra, invernaderos tipo multitúnel de cubierta curva, etc. El sistema multicapilla de arco prevalece entre los de tipo industrial, en la mayoría de los casos cubiertos con film plástico o, en algunos casos, con materiales rígidos o semi-rígidos (preferentemente policarbonato). Con frecuencia el techo se cubre con film plástico mientras que los laterales y los frontales se cubren con plásticos semi-rígidos (**foto 2**). Estos multitúneles con forma de arco están normalmente construidos con acero galvanizado y son preferidos por los cultivadores de ornamentales (**foto 3**) y por los semilleros. Los invernaderos tipo multitúnel son más herméticos



**Escucha tu lado más ecológico**



**Agromed**

F. San José • Ctra. Dílar, Km. 2  
18150 Gójar (Granada) ESPAÑA-UE  
Tlf: +34 958597611 • +34 958597117  
Fax: +34 958597117  
E-mail: [agromed@agromed.net](mailto:agromed@agromed.net)  
[www.agromed.net](http://www.agromed.net)

**Formulaciones Exclusivas para Nutrición y Protección Vegetal Ecológica**



Fotos 2 y 3. Invernaderos multicapilla de tipo arco.



que los de tipo artesanal y más fáciles de equipar con refrigeración, calefacción y/o control de clima por ordenador.

En general, este grupo incluye invernaderos los cuales tienen normalmente sistemas de ventilación más eficientes: las ventanas cenitales son normalmente más grandes que en los invernaderos artesanales y suele haber al menos una ventana por capilla (también se encuentran casos de ventanas dobles en cada capilla, **foto 2**). Los invernaderos tipo multicapilla de arco presentan muchas ventajas pero también algunos problemas. Por una parte, puede producirse condensación en la parte superior del arco, así que es probable que se produzca goteo durante el in-

vierno. Se han realizado intentos para solucionar este problema incrementando la pendiente de forma que los arcos sean de tipo apuntado (gótico) en lugar de semicirculares, pero esto no permite recoger totalmente la condensación.

#### Invernaderos de vidrio

Los invernaderos con cubierta de vidrio (**foto 4**) son las estructuras más habituales en las zonas frías del Hemisferio Norte. Se construyen normalmente en compartimentos de gran tamaño (por ejemplo, en Holanda la superficie promedio de un invernadero de cristal era de 1,5 ha en 2003) (Bunschoten & Pierik, 2003) para limitar el coste por unidad de área, así como las

**Los invernaderos tipo multicapilla de arco presentan muchas ventajas pero también algunos problemas. Por una parte, puede producirse condensación en la parte superior del arco, así que es probable que se produzca goteo durante el invierno**



Foto 4. Invernaderos de vidrio tipo Venlo.

pérdidas de calor a través de las paredes perimetrales.

Normalmente constan solamente de ventilación cenital, que en algunos casos (por ejemplo, tipo Venlo) son discontinuas o también de tipo continuo. La relación entre el área de ventilación y el área de invernadero cubierta es en muchos casos del 25%, valor próximo a las recomendaciones de la ASABE (ASABE, 1999).

El área ocupada por invernaderos de vidrio en los países del sur de Europa es pequeña, principalmente debido a los elevados costes de inversión. De hecho, los invernaderos de vidrio ocupan menos de un 1% de la superficie total de invernaderos en países como España. Si se decide construir invernaderos de vidrio en zonas

de clima más cálido que en el norte de Europa, debería prestarse especial atención a la mejora de la ventilación, siendo particularmente importante instalar ventanas laterales y ventanas cenitales continuas para incrementar el área de ventanas dada la necesidad de instalar mallas anti-insecto. Como se verá más adelante, la combinación de ventanas laterales y cenitales asegura mayores tasas de ventilación, tanto en condiciones de viento (Kacira *et al.*, 2004) y especialmente, con viento nulo o muy bajo con ventilación natural por efecto térmico (Baeza *et al.*, 2009). Además, sería interesante plantearse emplear cubierta de vidrio difuso para mejorar la eficiencia en el uso de la luz por parte del cultivo, y evitar problemas de exceso de luz directa en las zonas de la planta en crecimiento activo durante las épocas de mayor insolación, así como el uso de sistemas de sombreado exterior o en su defecto, el blanqueo. En Holanda, con un pequeño porcentaje de días despejados, se han medido incrementos de cosecha de hasta un 10% con cubierta de vidrio difuso frente al vidrio normal (Hemming *et al.*, 2006).

## Conclusiones

Mejorar la transmisión de luz invernal es una buena práctica agrícola muy importante en zonas mediterráneas. Para conseguir esto, los nuevos invernaderos deberían tener pendientes de 25-30°.

Los invernaderos locales de tipo artesanal, si están bien diseñados, son apropiados para zonas de clima suave. Su principal ventaja es el bajo coste de inversión, y su principal desventaja es la falta de control climático (principalmente la deficiente ventilación).

Los invernaderos de tipo industrial de cubierta plástica pueden modular las condiciones externas desfavorables, por tanto dotar de mayor seguridad y estabilidad al cultivo en invernadero. Sin embargo, el análisis coste-beneficio podría ser peor que el de invernaderos pasivos.

Los invernaderos de cristal son excelentes estructuras, pero son escasos en los países del sur de Europa principalmente debido a los elevados costes de inversión. ●

## Bibliografía ▼

- ASABE Standards. 1999. Heating, ventilating and cooling greenhouses, ANSI/ASAE Standard EP406.3
- Baeza, E. J., J. Pérez-Parra, J. I. Montero, B. Bailey, J. C. Lopez, J. C. Gazquez. 2009. Analysis of the role of sidewall vents on buoyancy-driven natural ventilation in parral-type greenhouses with and without insect screens using computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering* 104 (1), 86-96
- Bunschoten B; Pierik C. 2003. Kassenbouw neemt weer iets toe. CBS Webmagazine (Centraal Bureau voor de Statistiek) Available from: <http://www.cbs.nl/nl-NL/default.htm>
- Castilla, N., Hernández, J. 2005. The plastic greenhouse industry of Spain. *Crónica Horticulturae*, 45(3): 15-20.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- EFSA, 2009. EFSA-PPR project on "Data-collection of existing data on protected crop systems (greenhouses and crops grown under cover) in Southern European EU Member States". Ed. N. Sifirmis. Agricultural University of Athens.
- Hemming S., F. Kempkes, N. van der Braak, T. Dueck and N. Marissen. 2006. Greenhouse Cooling by NIR-reflection. *Acta Horticulturae* 719: 97-106.
- Kacira, M. S. Sase, L. Okushima, 2004. Optimisation of vent configuration by evaluating greenhouse and plant canopy ventilation rates under wind-induced ventilation. *Transactions of the ASABE*. Vol. 47(6): 2059-2067
- Pérez Parra, J., Baeza, E., Montero, J.I. and Bailey, B.J., 2004. Natural ventilation of Parral Greenhouses. *Biosyst. Eng.* 87(3), 355-366.

**expoliva**<sup>®</sup>  
la Gran cita de los negocios  
Jaén 11-14 mayo 2011

**Aceite de oliva, la esencia de la Dieta Mediterránea**  
The Olive Oil, the essence of the Mediterranean Diet



**XV feria internacional del aceite de oliva e industrias afines**  
XV international fair of olive oil and allied industries

**XV simposium científico-técnico**  
XV scientific-technic symposium

**III salón internacional del aceite de oliva virgen extra**  
III international saloon of the virgin olive oil

Palacio Provincial de Fiestas y Congresos de Jaén. Promoción Cita de Granada, s/n. 23003 Jaén

Tel.: +34 953 056 980 | Fax: +34 953 245 012 | [www.ifeja.org/expoliva](http://www.ifeja.org/expoliva) | [www.expoliva.com](http://www.expoliva.com)

