

La investigación y desarrollo en invernaderos se centra actualmente en la mejora de la estructura, incorporando tecnologías simples.

Mejorando el clima de los invernaderos

A. ANTÓN Y J.I. MONTERO
IRTA- Centre de Cabrils



A pesar de que en los últimos años se ha incrementado el nivel tecnológico, los invernaderos del área mediterránea todavía se caracterizan, de una manera general, por su escaso nivel de tecnificación. Actualmente la investigación y desarrollo en invernaderos se centra en la mejora de las estructuras por la incorporación de tecnología lo más simple posible. Dentro de estas mejoras cabría destacar: la optimización de la radiación solar, de la ventilación y de las técnicas de refrigeración por humidificación.

Optimización de la radiación solar

Tradicionalmente ha existido la creencia de que en el área me-

diterránea la luz no era un factor limitante, sin embargo numerosos estudios, entre ellos de Castilla y González - Real, han demostrado la importancia, que incluso en nuestras latitudes, tiene el aumento de la luz sobre la producción no tan sólo en invierno sino también en verano, esto último presentado por Montero en 2002.

Para aumentar la luz en los invernaderos se puede actuar sobre la forma de la cubierta. En latitudes cercanas a 40° la transmisión de un invernadero plano en invierno es de 50-55 %, mientras que Castilla ha cifrado entre 75 y 79 % la transmisión de un invernadero de pendiente asimétrica 45°/27° (siendo 45° la pendiente del techo orientado a Sur y 27° el

techo orientado al norte). Este aumento de la luz ha repercutido en un aumento de la producción. En muchos casos la construcción de un invernadero asimétrico no es posible o encarece mucho el producto, en este caso se recomienda mantener una pendiente simétrica de 30°.

Otro factor que repercute en la transmisión es, naturalmente, el material de cubierta y sus propiedades ópticas. Últimamente se están introduciendo materiales como el ETFE, un copolímero de tetrafluoroetileno, con un alto grado de transmisividad. La radiación solar medida en un invernadero de estructura galvanizada y techo semicircular con dicha cubierta está entre 81-83 % respecto

al exterior.

En relación con el material de cubierta tenemos la importancia de su limpieza, la figura 1 muestra como afecta el tiempo de exposición de los materiales a sus propiedades ópticas. En un año de uso el material ha perdido un 5% de transmisividad.

Mejorando la ventilación

La ventilación es el proceso de intercambio de aire entre el interior y el exterior del invernadero. Este proceso es uno de los más importantes para regular el clima del invernadero por su influencia sobre la temperatura, la humedad y el contenido de anhídrido carbónico. El origen de la ventilación se halla en las diferencias de presión que se crean en las ventanas, bien sea a causa de la fuerza que ejerce el viento o debido a las diferencias de temperatura entre el aire exterior y el interior. Esta segunda causa tan sólo tiene importancia con veloci-

■ En los últimos años se ha incrementado el nivel de tecnificación de los invernaderos del área mediterránea; no obstante, su nivel tecnológico general sigue siendo relativamente bajo

dades de viento inferiores a 2 ms⁻¹.

Pese a que la ventilación es un tema complejo, en los últimos años se han realizado trabajos muy interesantes para conocer sus mecanismos, Bot (1983), Miguel et als. (1998), Muñoz et als. (1999), Bailey (2000), Montero et als. (2001a) and Pérez-Parra et al. (2001) entre otros. De estos trabajos se deduce la influencia que sobre la ventilación tendrá la geometría del invernadero, (pendiente de la cubierta, anchura de la

nave) y el tamaño, posición y forma de las ventanas.

La orientación del invernadero respecto a los vientos dominantes ha mostrado que las ventanas abiertas a barlovento ventilan más, pero presentan el inconveniente de crear chorros de aire sobre el cultivo. Cuando el aire sopla en dirección de sotavento el resultado es una ventilación menor pero más uniforme, (figura 2).

Por otro lado cabe destacar la importancia que tiene el diseño de la ventana de la primera nave, la existencia de una ventana lateral y cenital en esta nave, especialmente si se halla orientado a sotavento, mejorará sustancialmente la temperatura del invernadero.

En invernaderos parral Pérez-Parra ha demostrado la importancia de la existencia del alerón en las ventanas.

El problema de la ventilación se ve agravado por la necesidad de incorporar mallas anti-insectos en las ventanas debido a



INVERNADEROS IMA
INDUSTRIAS METÁLICAS AGRÍCOLAS, S.A.

P. I. Landaben
Calle E 1ª Travesía Nave 3
31012 Pamplona - Navarra

Tel: 948 18 41 17 • Fax: 948 18 46 68
e-mail: ima@invernaderosima.com
<http://www.invernaderosima.com>

que éstas reducen la ventilación drásticamente (figura 2), en estos casos deberá aumentarse la superficie de ventilación, y en casos extremos deberá pensarse en sistemas de ventilación forzada.

Refrigerando por humidificación

Las técnicas de refrigeración por humidificación se basan en el consumo energético que realiza el agua para pasar de estado líquido a vapor. Los equipos que se utilizan en invernadero son las pantallas evaporativas ("fan and pad") y las boquillas de humidificación ("fog system") bien sean de alta o baja presión. Se han realizado comparaciones de estos sistemas destacando que las boquillas de humidificación resultan más eficientes desde el punto de vista de la uniformidad de la temperatura y la humedad.

La ventilación es uno de los procesos más importantes para regular el clima del invernadero, por su influencia sobre la temperatura, humedad y el contenido de anhídrido carbónico de la atmósfera interior

Montero y Antón han demostrado que boquillas de baja presión, económicamente más asequibles, resultan adecuadas para muchos cultivos, siempre que exista un buen control de su funcionamiento, recomendado el déficit de presión de vapor (DPV) como variable más conveniente para ejercer dicho control.

Asimismo algunos trabajos reseñan la importancia de crear un ambiente más húmedo en el invernadero cuando se riegan con aguas de baja calidad.

La utilización de estos sistemas significa, sin embargo, un consumo de agua. Para evitar al

Figura 1:

Transmisión de la radiación directa para un material plástico nuevo y después de un año de uso.

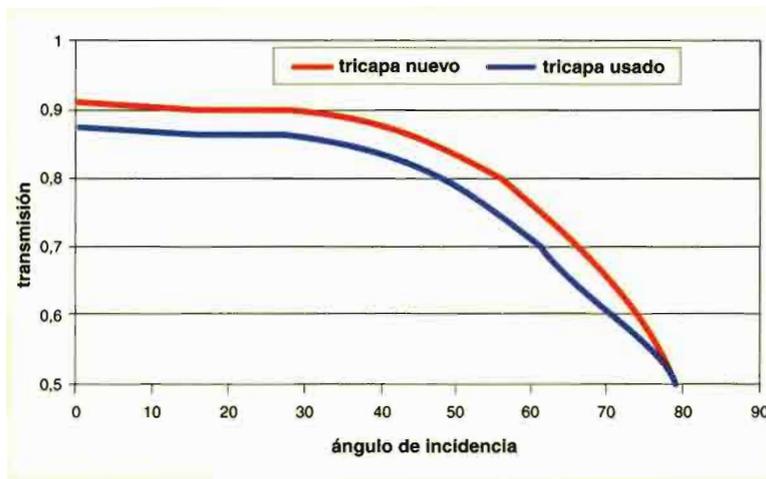
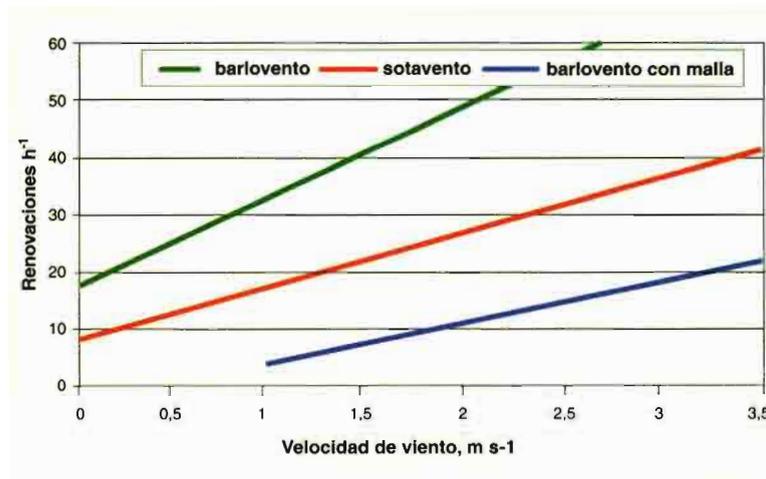


Figura 2:

Tasa de renovación para un invernadero multitúnel comparando barlovento, sotavento y malla antipulgón en la ventana.



máximo dicho consumo, esta técnica deberá ir acompañado de una buena gestión de la ventilación.

Conclusión

Como conclusión es importante recordar que, para la horticultura presente y futura las soluciones óptimas, para mejorar el clima y por tanto producir más y de una calidad superior, serán aquellas técnicas que resulten al mismo tiempo el máximo de respetuosas con el medio ambiente.

Para saber más...

Benavente, R.M. et al.: Estrategias de control de clima en invernadero. IN: Horticultura 157, octubre 2001. pp. 38-48.

Gómez Carmona, M.: Invernaderos: control de temperatura y humedad. In Horticultura Internacional 32, mayo 2001, pp. 28 - 32.

Gómez Carmona, M.: Control climático mediante nebulización. In: Horticultura 155, septiembre 2001. pp. 28 - 34.

Matallana, A. y Montero, J.J.. Invernaderos: diseño, construcción y ambientación. 2a. edición. Mundi-Prensa. 2001.