

## Invernaderos

*Prevenir enfermedades y plagas***El control ambiental en invernaderos: humedad relativa**

- Es uno de los factores medioambientales que hay que considerar, porque un mal control puede influir de manera negativa en los cultivos bajo invernadero

**Lourdes Huertas**

comercial@agrocomponentes.es

La humedad es uno de los factores medioambientales que influyen en el cultivo bajo invernadero. En el interior del invernadero, el aire es enriquecido con vapor de agua por evaporación desde el suelo y por transpiración de las plantas. Las plantas tienen que transpirar agua para transportar nutrientes, para refrigerarse y para regular su crecimiento.

La transpiración depende del déficit de saturación entre los estomas y el aire. Cuando los déficits de saturación son demasiado altos o demasiado bajos influyen en la fisiología del cultivo y en su desarrollo. Si la humedad ambiental es demasiado alta, el intercambio gaseoso queda limitado y se reduce la transpiración y por consiguiente la absorción de nutrientes, si es demasiado baja se cierran los estomas y se reduce la tasa de fotosíntesis.

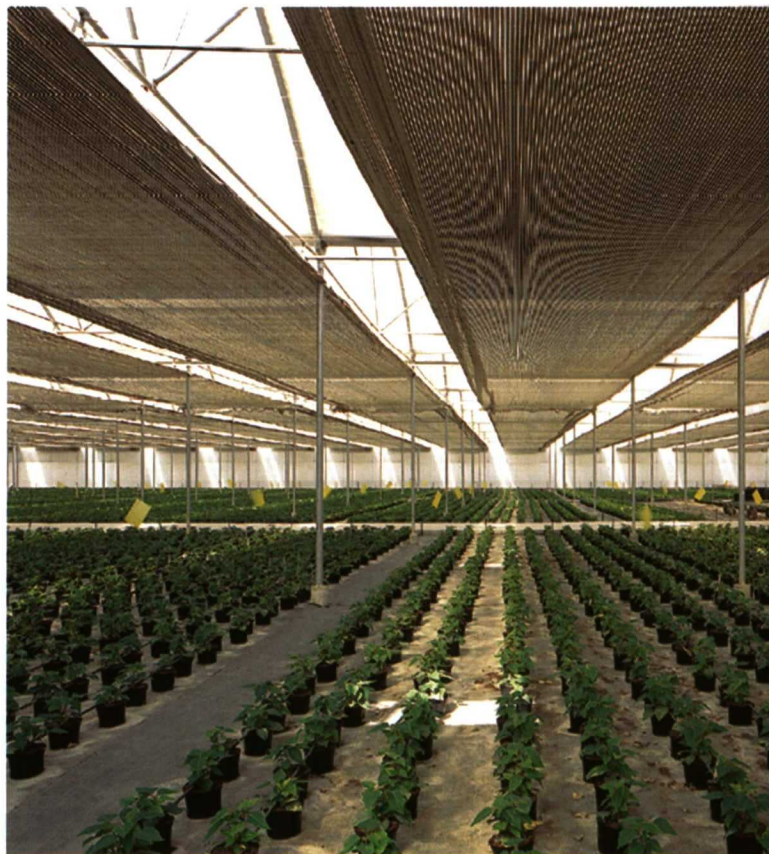
La humedad alta puede dificultar la polinización puesto que el polen húmedo puede quedar pegado en los órganos masculinos. Esta humedad ambiental puede favorecer el desarrollo de enfermedades. Si la temperatura del cultivo dismi-

nuye por debajo de la temperatura del rocío del aire, se condensa el agua y se favorece el desarrollo de enfermedades por hongos.

El efecto que durante la noche provoca la evapotranspiración tiene poca importancia debido a que la transpiración queda reducida por causa del cierre de estomas y la evaporación del suelo es insignificante porque el déficit de presión de vapor es pequeño. La humedad relativa varía inversamente con la temperatura, para un contenido absoluto de vapor de agua constante en el aire. Conforme la temperatura decrece en el invernadero la humedad relativa aumenta y puede alcanzar valores próximos a la saturación.

Durante el día por efecto de la calefacción solar, la humedad absoluta del aire aumenta puesto que la apertura de los estomas hace aumentar la transpiración. Al mismo tiempo la humedad relativa puede disminuir con el aumento de la temperatura y en muchos casos puede alcanzar valores muy bajos, si el invernadero está bien ventilado.

Si se mantiene la masa de aire del invernadero a una temperatura superior a la de la temperatura del material de cubierta, la humedad relativa es inferior a la de saturación. Si el



**Las pantallas térmicas mejoran la distribución del calor entre las plantas.**

aire húmedo del invernadero está en contacto con una superficie fría de temperatura inferior al punto de rocío del aire, se produce la condensación: La condensación tiene lugar en las superficies más frías. Por ejemplo la condensación se produce en los plásticos de cubierta incluso durante el día, en invernaderos cerrados, si la temperatura exterior es inferior a la interior. Como resultado se produce el proceso de deshumidificación del aire.

Si hay suficiente ventilación apenas hay diferencia entre la humedad relativa del aire de los invernaderos de vidrio. La diferencia es que la condensación se produce en forma de gotas en los materiales plásticos mientras forma una película continua sobre el vidrio. La mayor desventaja en el uso de materiales plásticos para cubrir invernaderos es el alto nivel de concentración de condensado

en forma de gotas con la posterior caída sobre el cultivo.

Esta condensación reduce de una manera significativa la transmitancia térmica de algunos materiales de cubierta como el polietileno, debido a la absorción de las pérdidas de radiación. La reducción de transferencias de calor radiante no es completa porque la película de plástico no queda recubierta de una manera uniforme por las gotas de condensado.

Diferentes ensayos nos muestran que el área efectiva ocupada por las gotas es del 70% cuando la condensación es abundante y 25% cuando es ligera. El movimiento de aire producido por ventiladores eléctricos reduce o elimina la formación de condensación.



polinización por causa de la humedad relativa baja, afectando de un modo adverso a la fertilización floral en el tomate (también en melón y judías verdes), e induciendo al aborto de flores.

Se ha realizado ensayos en cámara bajo ambiente controlado, modificando exclusivamente el factor humedad, que manifiestan que la atmósfera húmeda aumenta de una manera considerable la eficacia del uso del agua, pero también produce modificaciones morfogénicas.

El factor principal que regula la humedad dentro de los invernaderos en periodos fríos sin calefacción, es la formación de condensación en las caras internas de la cubierta. Si bajo estas condiciones no se añade humedad, la condensación da como resultado el descenso de la humedad relativa. Si la masa de aire se mantiene a un nivel térmico superior a la temperatura de las cubiertas, la humedad relativa será inferior a la saturación.

Esta condensación se forma en las plantas causando infecciones y difusión de enfermedades. En los invernaderos sin calefacción este problema puede evitarse mediante:

- Aumento de la temperatura del aire y de las plantas utilizando materiales de cubierta de baja transmitancia al infrarrojo o doble cubierta hinchable
- Mejora de la distri-

bución del calor entre las plantas utilizando pantallas térmicas

- Instalando sistemas de riego que ahorren agua (riego por goteo) y utilizando acolchados plásticos que reducen la humedad absoluta
- Cubierta plásticas con tratamiento antigoteo
- Favorecer la circulación de aire mediante recirculadores

***Ventilación cenital y pantalla doble de sombreado y ahorro en la fotografía superior y en la inferior ventilación cenital.***

- Intercambio de aire permanente entre el interior y el exterior, de menor contenido de humedad, mediante ventilaciones cenitales, laterales y frontales accionadas mediante motorreductores

Ante un ambiente cálido, se pueden señalar tres tipos de problemas asociados a la humedad:

- Elevada humedad nocturna cuando no hay calefacción solar y cuando la temperatura externa es próxima o superior a la temperatura interior deseable

- Condiciones de alta humedad cuando el sol calienta el invernadero, pero no lo sufi-

Durante la noche, bajo condiciones de cielo despejado, puede ocurrir que la temperatura del aire caiga bruscamente después de la puesta del sol, debido a las altas pérdidas por radiación que ocurren antes de que se forme condensación sobre el material de cubierta. La formación de condensación es otro mecanismo de transmisión del calor del aire de los invernaderos hasta su cubierta.

Cuando el aumento de la humedad relativa del invernadero se aproxima al punto de saturación generalmente se producen problemas de desarrollo de enfermedades en las hojas, pero si la humedad es menor del 75% estos problemas son de menor importancia.

Por ejemplo, en cultivo del tomate, se observa la aparición de problemas de desarrollo anormal del color del fruto, roturas del mismo y aparición de manchas asociados con la baja

**En periodos fríos sin calefacción es la formación de condensación en las caras internas de la cubierta lo que regula la humedad. Si bajo estas condiciones no se añade, la condensación da como resultado el descenso de la humedad relativa**



ciente como para no tener que ventilar

- Baja humedad cuando el sol calienta el invernadero como para tener que ventilar.

La humedad relativa del invernadero tiende a hacer subir los niveles de saturación cuando la temperatura del aire exterior se aproxima o excede al aire interior y el potencial de condensación es nulo. En estas condiciones la humedad relativa se controla por ventilación hasta que cae por debajo del nivel requerido.

Si el aire exterior tiene un nivel elevado de humedad rela-

tiva, la ventilación debe complementarse con la calefacción artificial. El aumento de la temperatura del aire de un grado genera una caída próxima al 5% en la humedad relativa.

**En periodos cálidos se pueden utilizar pantallas de sombreo, riego por aspersión, ventiladores, cooling system, nebulizadores o incluso quemar gas para controlar la humedad relativa si disminuye por debajo de lo deseado**

#### **Extractores de cooling system y calefacción por gas.**

Durante períodos cálidos, la humedad relativa en el invernadero disminuye por debajo de los niveles deseados, para aumentarla se pueden emplear las siguientes técnicas:

- Pantallas de sombreo automatizadas, el descenso de la temperatura del aire va compensado con el aumento de la humedad relativa.
- Riego por aspersión del suelo, de las plantas y de los materiales de cubierta, consiguiendo aumentar la humedad y disminuir la temperatura.
- Ventiladores recirculadores que mejoran el movimiento del aire. Con ello se consigue aumentar la evapotranspiración y la humedad re-

lativa de los invernaderos cerrados.

- Cooling system, utilizando pantallas de evaporación y ventiladores extractores. De esta manera se evapora agua y aumenta la humedad relativa.

- Nebulizadores que hacen bajar la temperatura y aumentan la humedad relativa.

- Quemar gas para producir CO<sub>2</sub> con lo que se añade humedad al aire interior.

La humedad relativa del aire dentro del invernadero es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Es por este hecho que debemos hacer hincapié en la necesaria mejora y mantenimiento de las infraestructuras que permiten mejorar y mantener las condiciones óptimas de desarrollo del cultivo, en conjunción del resto de factores climáticos (temperatura, radiación, etc.) que influyen en la productividad, calidad y rendimiento de nuestros cultivos bajo invernadero.

#### **Para saber más...**

[www.agrocomponentes.com](http://www.agrocomponentes.com)

#### **En el Bookshop...**

El cultivo hortícola bajo invernadero es un tema tratado por los expertos del sector. En el Bookshop de la Plataforma Horticom ([www.horticom.com/bookshop](http://www.horticom.com/bookshop)) encontrará títulos sobre esta materia. Algunos de ellos son:

- Construcción de invernaderos (Ref: 4602).
- Greenhouse climate control (Ref: 2001).
- Greenhouse horticulture in Almería (Ref: 4027).
- Guía práctica para el cultivo en invernadero (Ref: 4697).
- Invernaderos (Ref: 4849).
- Invernaderos de plástico (Ref: 4506).
- Suelo y medio ambiente en invernaderos (Ref: 2893).
- Greenhouse operation and management (Ref: 473).