

Las mallas como técnica de control climático en invernaderos

La colocación de las mallas tiene ventajas colaterales como el ahorro energético del sistema de calefacción

La utilización de mallas textiles como pantallas es una técnica de control climático cada vez más extendida en la horticultura en invernadero. El uso de estas pantallas tiene como principal utilidad la modificación de la radiación, tanto en cantidad como en calidad. En este artículo se hace un repaso a los diferentes tipos de mallas que se comercializan, distinguiéndolas según su utilización y la confección.

● **Diego Valera, Francisco Molina y Jesús Gil.**

Departamentos de Ingeniería Rural de las Universidades de Almería y Córdoba.

La colocación de una pantalla sobre el cultivo disminuye la cantidad de radiación luminosa que incide sobre las plantas durante el día y reduce la pérdida de radiación de onda larga emitida por el cultivo durante la noche. Como consecuencia de esta modificación de la luz y del balance energético del invernadero, se produce una variación de otros parámetros climáticos como la temperatura y la humedad, afectando de forma directa a los procesos de fotosíntesis y transpiración del cultivo, que se traducen en su desarrollo y productividad.

Según el tipo de utilización podemos distinguir tres tipos de agrotexiles:

- Mallas de sombreo: utilizadas para reducir la radiación incidente en periodos cálidos, donde el exceso de energía produce un incremento extremo de la temperatura dentro del invernadero, que puede llegar a ser nocivo para los cultivos hortícolas (Fig. 1).

- Pantallas de oscurecimiento: al igual que las anteriores se utilizan para disminuir la radiación incidente sobre el cultivo, reduciendo la intensidad luminosa con el fin de adaptarla a las necesidades de ciertas especies de plantas ornamentales o flores. En el caso de las pantallas totalmente opacas su uso va encaminado a limitar las horas de luz para regular el fotoperiodo de los cultivos (Fig. 2).

- Pantallas térmicas: se emplean para disminuir la energía perdida en forma de emisión de radiación de onda larga durante la noche (Fig. 3).

En cuanto al sistema de confección de las mallas se pueden distinguir dos tipos:

- Mallas de fibras tejidas. En este tipo de mallas las propias láminas de la pantalla, de una anchura entre 1 y 3 mm, constituyen las fibras del tejido entrelazado. La densidad de la malla y el porcentaje de sombreo obtenido depende principalmente del tamaño de los huecos (Fig. 4).

- Mallas laminares o de cintas. Están constituidas por una red tejida de poliéster de gran resistencia, sobre la que se sujetan las lá-

minas o cintas que constituyen la pantalla mediante hilos monofilamentados de polietileno de alta densidad. La densidad de la malla depende de la separación entre las láminas insertadas. Las láminas pueden insertarse planas o en espiral, con la intención de aumentar la difusión de la luz solar (Fig. 5).

Cuando no existen huecos entre las diferentes láminas de la malla se denominan cerradas y en el caso contrario abiertas, siendo estas últimas el tipo más usual en las mallas de sombreo ya que permiten una mejor circulación del aire.

La radiación neta bajo la pantalla depende principalmente del porcentaje de sombra que la malla proporciona y del tipo de material que lo constituye. Con el fin de aumentar la reflexión de las mallas, las láminas pueden estar metalizadas con aluminio, denominándose en este caso como mallas aluminizadas. Estas últimas absorben menos radiación, calentándose menos y logrando una mayor disminución de la temperatura, siempre y cuando el invernadero esté suficientemente ventilado.

En función de la colocación, las pantallas pueden ser para uso exterior o interior, según se utilicen para cubrir el invernadero por fuera, o se dispongan bajo su cubierta, dejando confinada una cámara de aire entre la malla y la cubierta del invernadero. La colocación exterior es más eficiente debido a que se calienta menos el invernadero, pero presenta una limitación importante en zonas de



Fig. 1. Malla negra de sombreo.

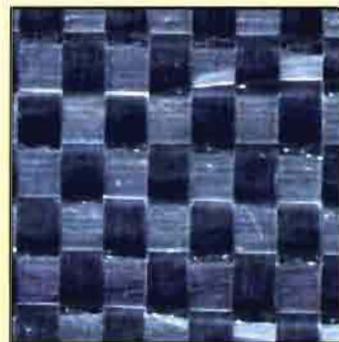


Fig. 2. Pantalla de oscurecimiento. Vista de la cara aluminizada.

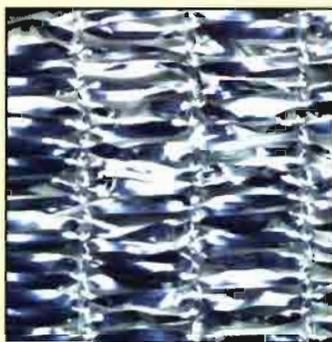


Fig. 3. Pantalla térmica aluminizada.



Fig. 4. Malla aluminizada de fibras tejidas.

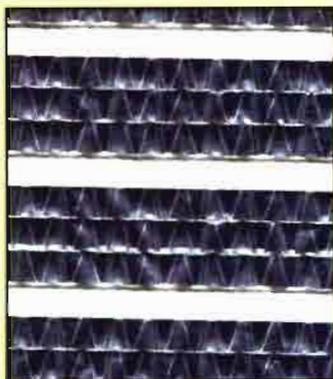


Fig. 5. Malla laminar o de cintas.

fuertes vientos. Hoy día existen mallas exteriores que se sitúan sobre la cubierta pegadas a la misma, con lo cual el inconveniente anterior se mitiga.

Tanto las pantallas térmicas como las mallas de sombreo pueden desplegarse y replerarse mediante un sistema automatizado (Fig. 6), mediante un temporizador, o bien mediante sensores climáticos (fundamentalmente de radiación y temperatura) integrados en un controlador de clima.

Actualmente existe una amplia gama de mallas con distintos porcentajes de transmisión, reflexión y porosidad al aire. En general, las mallas aluminizadas son las que presentan las mejores prestaciones para su utilización en climas cálidos, siempre que su capacidad de reflexión no disminuya con el paso del tiempo por el desarrollo de algas o el depósito de polvo y suciedad. La vida útil de las mallas de sombreo suele oscilar entre 4 y 8 años, mientras que la de las pantallas térmicas tratadas contra la radiación ultravioleta, puede llegar a los 10 años.

Mallas de sombreo

Las mallas de sombreo combinadas con una buena ventilación provocan una reducción de la temperatura interior del invernadero así como de la transpiración del cultivo. Deben transmitir la mayor cantidad de radiación fotosintéticamente activa posible, y reflejar la máxima cantidad de radiación de infrarrojo corto proveniente del sol.

La mayoría de las mallas de sombreo son de color negro (Fig. 7) o aluminizadas, aunque existen en diversos colores. Sin embargo, las mallas coloreadas presentan el inconveniente de absorber una parte de radiación del espectro, lo que provoca el doble efecto negativo de una disminución de la radiación fotosintéticamente activa y un aumento de la temperatura de la malla (y por tanto de la temperatura interior del invernadero).

La colocación de las mallas de sombreo en el exterior del invernadero produce una mayor disminución de la temperatura dentro del invernadero. La evacuación del calor que se genera por el incremento de temperatura en la malla, debido a la absorción de radiación, se produce en el exterior por acción del viento. Sin embargo, las mallas exteriores tienen el inconveniente de una vida útil más limitada, además de un montaje y una gestión automatizada más complejos. Además, en zonas como la provincia de Almería donde existe un régimen de fuertes vientos se desaconseja este tipo de instalaciones.

En el caso de mallas interiores, la energía absorbida por la red se transforma en un flujo de calor que debe ser eliminado mediante



Fig. 6. Invernadero con mallas de sombreo desplegables de forma automatizada.

ventilación. Las mallas colocadas dentro del invernadero dificultan el movimiento vertical de aire desde la zona del cultivo, y el paso del aire caliente hacia las ventanas cenitales. Debido a ello es importante tener en cuenta que el sombreo debe asociarse a un sistema de ventilación eficiente que permita la eliminación de calor mediante la extracción del aire caliente del interior del invernadero.



Fig. 7. Invernadero con malla de sombreo negra.

Pantallas de oscurecimiento

Están generalmente constituidas por una malla doble compuesta por una capa de poliéster negro y otra aluminizada en la parte superior. Estas pantallas pueden llegar a proporcionar un oscurecimiento casi total, permitiendo un perfecto control de la duración del día en cultivos ornamentales como crisantemos, kalanchoé y euforbia. Se utilizan para modificar el fotoperíodo, induciendo la floración en el período comercial adecuado.

Estas pantallas, pese a ser prácticamente opacas a la luz, deben permitir el flujo del vapor de agua a través de ellas, de forma que no se produzca un aumento de humedad indeseado cuando la pantalla se encuentra extendida.

La pantalla de oscurecimiento también puede estar formada por una capa aluminizada o negra y otra de color blanco, o incluso una doble capa de poliéster blanco, siendo en este caso su transmisividad a la radiación solar algo mayor (alrededor del 10%).

Las pantallas dobles con una cara blanca también son adecuadas para su utilización en invernaderos donde se usa luz artificial. Debido a la baja transmisión de luz de estas pantallas se reduce la



Fig. 8. Invernadero con pantallas térmicas aluminizadas.



Fig. 9. Pantalla térmica plegada en un sector y en fase de despliegue en el sector contiguo.

pérdida de luz hacia el exterior. Se consigue así el doble beneficio de evitar posibles perturbaciones a cultivos próximos y un incremento de la cantidad de luz disponible para el cultivo dentro del invernadero, debido a la alta reflexión de la capa interior blanca.

Pantallas térmicas

Este tipo de pantallas provocan un aumento de la temperatura mínima nocturna del invernadero, del cultivo y del suelo, debido a la menor pérdida de radiación de onda larga por la noche y por renovación de aire. También disminuye la transpiración nocturna del cultivo y como consecuencia, se reduce el calor consumido por evaporación.

La utilización de pantallas térmicas es un método que reduce las pérdidas de calor en los invernaderos, por lo que resulta un complemento esencial de los sistemas de calefacción, reduciendo significativamente el gasto de combustible. Los mejores resultados se obtienen cuando se despliegan las pantallas a finales del día y se recogen por la mañana.

Las pantallas térmicas cerradas, sin huecos entre las fibras que constituyen la malla, colocadas entre el cultivo y la cubierta del invernadero reduce la transferencia de energía por convección a través de la cubierta. Esta reducción es mayor cuanto menor es la emisividad de la pantalla a la radiación infrarroja como ocurre en el caso de las pantallas aluminizadas (Fig. 8).

En invernaderos comerciales con sistema de calefacción y pantalla térmica móvil se pueden obtener incrementos de producción superiores al 25 %.

Suelen ser de poliéster o polietileno, con una o dos caras aluminizadas. Las más eficientes son las que tienen ambas caras aluminizadas (Fig. 9) ya que consiguen una temperatura del cultivo más alta siendo además una buena alternativa de sombreado. Si sólo tiene una de ellas aluminizada, conviene situarla orientada hacia el exterior.

Accionamiento

Según la forma en que se colocan las mallas de sombreado y las pantallas térmicas en relación con la estructura del invernadero, se pueden distinguir varios tipos:

- Pantallas suspendidas horizontalmente. La malla se extiende hasta quedar completamente plana y paralela al suelo. La altura a la que se coloca la pantalla ha de ser la máxima posible para dejar el máximo volumen entre el cultivo y la malla permitiendo una correcta circulación del aire. El cierre de la pantalla o malla se realiza plegándola.

En este tipo de instalaciones la pantalla se encuentra suspendi-

da bajo una serie de perfiles metálicos y cables, a los que se une mediante ganchos que se enlazan a las fibras de poliéster de la malla. El movimiento de rotación que un motorreductor transmite a una barra de mando se convierte en movimiento longitudinal mediante un sistema de piñón y cremallera. La cremallera se puede enlazar a un tubo metálico de accionamiento que se desliza sobre poleas y que comunica el movimiento a todas las barras de arrastre, de los diferentes paños o mallas dentro de cada módulo del invernadero, a las que también está unido.

En otros casos la cremallera se puede enlazar directamente a un cable que accionará el mecanismo de apertura y cierre de la malla, al mover los tubos de arrastre a los que va unido. Sin embargo, este sistema presenta el inconveniente de posibles desajustes entre los diferentes paños de malla al producirse diferentes elongaciones a lo largo del cable, lo que se ha de corregir disponiendo una serie de tensores que permitan corregir estos desajustes.

Como alternativa más económica, el cable que transmite el movimiento a la malla se puede enrollar directamente a la barra de mando sustituyendo así la cremallera y el piñón.

- Pantallas enrollables exteriores. Las pantallas se colocan enrolladas sobre la cubierta del invernadero a ambos lados de la cumbrera de forma que el cierre se realiza sobre la parte más alta del invernadero.

- Pantallas enrollables interiores. La malla se coloca enrollada alrededor de una barra de mando que gira accionada por un motor lo que permite recoger o desplegar la malla de forma automatizada. Presenta la ventaja de permitir su colocación inclinada siguiendo la pendiente de la cubierta, o incluso verticalmente para su colocación en los laterales y frontales con el objeto del cierre total del invernadero.

El enrollado de la malla se realiza mediante motores tubulares, que se desplazan sobre unos perfiles de aluminio mediante unas guías de unión. Los motores son solidarios a unos tubos ranurados en los que se inserta el extremo de la malla, de forma que la fuerza proporcionada por el giro del motor consigue enrollar la pantalla que se traslada en sentido ascendente. Al girar en el sentido inverso es el propio peso del motor y la barra de mando el que consigue el desplazamiento descendente de la malla.

Para finalizar, destacar que las pantallas térmicas y las mallas de sombreado, constituyen un elemento importante en la incorporación de tecnología al invernadero, provocando efectos colaterales beneficiosos como el ahorro energético de los sistemas de calefacción. No debemos olvidar que su utilización para disminuir la temperatura en zonas cálidas, debe ir acompañada de una buena ventilación, que en algunos casos deberá ser forzada (mediante extractores). ■