



La elección del material de cubierta del invernadero es decisivo a la hora de evaluar la importancia de la transmisión de luz. Unos materiales son más transparentes que otros, o dejan pasar mejor la luz, pero

tanto la estructura del invernadero como la orientación del mismo, así como el número de elementos estructurales, son también factores que afectan a la cantidad de luz que llega al cultivo. Por ejemplo, el invernadero tipo "parral" de techo plano, tan frecuente en Almería, es uno de los peores de cara a la transmisión de luz. En las dos fotografías, dos buenas estructuras que permiten ser cubiertas con diversos materiales.

Los materiales de cubierta para invernaderos

J. I. MONTERO

Introducción

Este breve artículo puede dividirse en dos partes. La primera es una comparación de los materiales disponibles en el mercado, atendiendo a las propiedades ópticas, térmicas y físicas. La segunda trata de resumir los últimos informes publicados sobre el tema, y más concretamente sobre el comportamiento del polietileno y sus derivados (EVA, láminas multicapas, etc) puesto que en la horticultura de invernaderos templados el polietileno sigue siendo el material dominante con gran ventaja sobre los demás.

Características de los principales materiales de cubierta

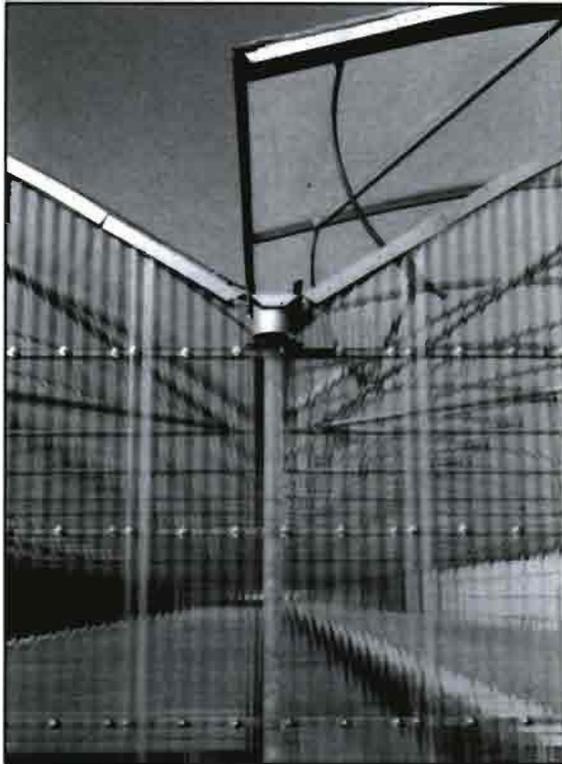
La clasificación tradicional divide a los materiales en dos categorías: los flexibles y los rígidos. El cuadro 1 muestra las características de los principales materiales en relación con tres factores importantes: la transmisión de la luz, la transmisión del infrarrojo térmico y el coeficiente global de transmisión de calor. Es importante lograr el máximo de transmisión de luz, puesto que la mayoría de cultivos hortícolas aumentan la calidad y la producción final al crecer el porcentaje de luz que reciben.

En el Mediterráneo no sobra luz en invierno. También es conveniente que el material retenga el máximo de radiación infrarroja térmica: la capacidad al infrarrojo puede salvar las heladas de radiación. Por último, el coeficiente global de transmisión de calor indica la resistencia al paso del calor desde el invernadero al exterior, y por consiguiente es útil conocerlo en el caso de que el invernadero tenga calefacción.

Como puede observarse la transmisión de luz es elevada a excepción de algunos materiales, como el PVC reforzado. Es de destacar que el polietileno térmico presenta un porcentaje de transmisión claramente inferior al del EVA o polietileno normal. La ventaja de su opacidad al infrarrojo se pierde en parte por su transmisión lumínica.

Según las características del cuadro 1 puede pensarse que el EVA es el mejor material flexible, más aún teniendo en cuenta que su duración es de una o dos campañas agrícolas superiores a la del polietileno.

La clasificación tradicional, divide a los materiales de cubierta en rígidos y flexibles, con ventajas e inconvenientes en cada uno de los dos grupos en cuanto a la transmisión de luz, transmisión del infrarrojo térmico y el coeficiente global de transmisión de calor. En la fotografía superior, placas de polimetacrilato de metilo Altuglas, y debajo, tunelillos cubiertos con láminas plásticas EVA.



ra que las otras placas. De no ser por su precio, las nuevas placas cubrirían una superficie de cultivo muy superior a la que cubren hoy.

Avances en la materia

- Los materiales coextruidos Son filmes de estructura A-B-A donde A representa dos capas exteriores de PE de baja densidad y larga duración y B es un copolímero EVA con 18% de acetato de vinilo (Martín Vicente,1994). De esta manera se pueden unir las buenas propiedades de ambos materiales. Puesto que las combinaciones son de polietileno y EVA pueden ser diferentes a las señaladas antes, los filmes coextruidos son diferentes unos de otros en cuanto a sus propiedades ópticas y térmicas. Hay por tanto filmes muy opacos al infrarrojo y otros más transparentes de lo deseable. Es conveniente exigir un certificado con las propiedades del material.

- Las películas fluorescentes Existen aditivos que tienen la propiedad de cambiar la longitud de onda de parte de la radiación fotosintéticamente activa, aumentando la cantidad de luz en el rango de 0.5 y 0.6 pm. Como resultado la planta emplea mayor cantidad de asimilados en la producción de flores en detrimento de los órganos vegetativos. En ghysofilla se han medido respuestas muy positivas al uso de plásticos fluorescentes (Novoplansky,1990). Al ser un producto nuevo no está clara la duración de la eficacia de los pigmentos ni su efecto sobre la mayoría de cultivos horticolas.

- Los plásticos anticondensación o antigoteo Se trata de un tratamiento superficial aplicado a las películas de polietileno que dificulta la formación de la condensación. La humedad queda en forma de pequeñas gotas que quedan en el ambiente y que a veces llegan a formar una verdadera niebla en el invernadero. Según nuestra experiencia e información no existe ningún material cuyo efecto antigoteo dure tanto como el propio material y normalmente después de la primera campaña desaparece la propiedad antigoteo.

Conviene recordar que el EVA tiene dos problemas: la dilatación térmica del material hace que sea difícil mantenerlo tensado en cubiertas planas y tipo capilla, y además tiene mayor poder de fijación del polvo y de su superficie. Analizando las propiedades en conjunto, el polietileno en sus distintas calidades sigue siendo el más utilizado.

En cuanto a materiales rígidos cabe hacer los siguientes comentarios:

El vidrio tiene las ventajas conocidas de duración, transmisión de luz y retención del infrarrojo. Sus inconvenientes derivan de la resistencia limi-

tada al impacto del granizo y de su peso.

Los materiales en doble pared (policarbonato) son los mejores en cuanto a la reducción de pérdidas de calor. En cambio la transmisión de luz es peor que la de los materiales de pared simple.

Las nuevas placas en greca de policarbonato, polimetacrilato y PVC también es considerable pues deben llegar en buenas condiciones a los diez años de uso. El PVC biorientado tiene un coeficiente de dilatación térmica mayor. La instalación de este material requiere en principio más puntos de unión a la estructu-

Cuadro 1:
Características generales de los principales materiales de cubierta
(Martín Vicente, A. Antón y otros)

Flexibles	espesor micras	luz %	IR %	transmisión de calor W/m ² °C
Poliétileno	100-200	90	62-65	8-9
PE Térmico	200	83	13	6-7
EVA 12%	200	90	11	6-7
PVC	200	90	30	7-8
PVC reforzado	300-500	75	16	6
Rígidos	mm			
Vidrio	3	90	0	6-7
Poliéster	1-2	85	4	5.5-6.0
Polycarbonato greca	-	88	0	5.5-6.0
Polycarbonato doble pared	4-16	83-75	0	4.0-4.8
PVC biorientado	0.8	81	6	5.5-6.0
PMMA greca	-	91	0	5.5-6.0

- Efecto del polvo y de la condensación en la transmisión de la luz

Las medidas efectuadas por Feuilloley (1994) demuestran que la caída de transmisión por acumulación de polvo en un filme de EVA son del orden del 15%. En consecuencia las pérdidas de producción son importantes. Las placas rígidas de plástico y el vidrio tienen pérdidas luminosas del 4 al 5% por el mismo concepto. No se tienen datos de la pérdida de luz por acumulación de polvo en el polietileno térmico, pero en cualquier caso si fuera posible lavar periódicamente la cubierta del invernadero se obtendría un beneficio claro.

En cuanto a la condensación, si está formada por gotas esféricas, la pérdida de transmisión luminosa es del orden del 5% según el mismo investigador. En el caso de las películas anticondensación si se forma una lámina continua de agua la transmisión mejora ligeramente en comparación con el mismo material seco. Ello se debe a que la reflexión de luz es menor con lámina de agua.

Reflexión final

Gran parte de los datos aportados aquí se refieren a la transmisión de luz del material. No debemos olvidar que éste es uno de los factores que afectan a la luz que llegan al cultivo, pero no es el único.

Existen aditivos que tienen la propiedad de cambiar la longitud de onda de parte de la radiación fotosintéticamente activa, lo que permite aumentar la cantidad de luz transmitida a favor de la planta que emplea mayor cantidad de asimilados en la floración.

También influyen la forma y orientación del invernadero y el número de elementos estructurales (Montero, 1993). Así el invernadero de techo plano todavía frecuente en Almería es uno de los peores transmisores de luz. Algo parecido puede decirse en cuanto a las necesidades de calefacción. Por una parte el material influye en las pérdidas de calor, pero las pérdidas son directamente proporcionales a la superficie exterior del invernadero y por tanto la altura de los laterales, frontales y forma del techo intervienen en el cálculo de pérdidas. Los datos aportados en el cuadro 1 sirven para comparar un material con otro en igualdad de condiciones.

Referencias

- Antón, A. (1994). Estructuras de invernaderos: tipología y materiales. Tecnología de invernaderos pp 67-97. Editado por FIAPA y Junta de Andalucía
- Feuilloley, P. (1994). Optimization of out of season cropping in mild winter greenhouses. Informe Final Proyecto CE.
- Martín Vicente, L. (1994). Cerramientos: materiales flexibles. Tecnología de invernaderos pp 99-113. Editado por FIAPA y junta de Andalucía.
- Montero, J.I. (1993). La luminosidad de los invernaderos con cubierta de película de plástico. Tercera Jornada de plásticos en agricultura. Lleida 5y6 de Mayo de 1993.
- Novoplansky, A. Shoshany, H. Assebhaim, D. Schnizer, M. Eyal, M. Chernyak, V. Reinfeld, R. (1990). Greenhouse cover for morphogenetic signaling. Proceedings of the international and British-Israel Workshop on Greenhouse Technology. Tel-Aviv 26 de Marzo - 2 de Abril.