

Novedades en los plásticos para invernaderos

ENRIC ARMENGOL, JORDI BADIOLA
Ing. Técnicos Agrícolas



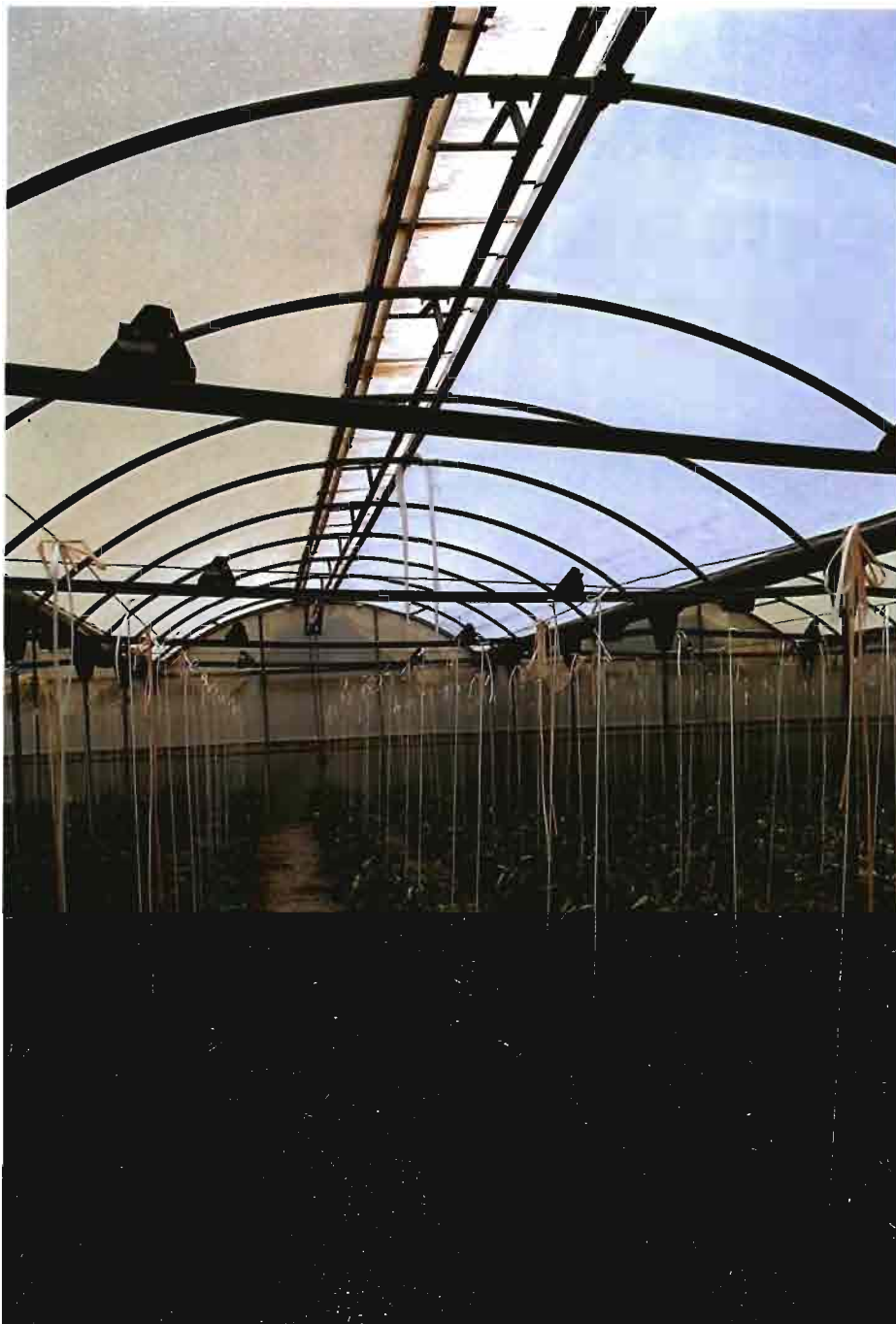
Hace años que los plásticos están introducidos totalmente en nuestra vida cotidiana, y desde mediados de los 70, los avances han seguido una evolución impresionante sobre todo en las aplicaciones agrícolas en las regiones con clima suave, como por ejemplo la zona mediterránea. Con la introducción de los plásticos en la agricultura cambiaron radicalmente las técnicas culturales más tradicionales de cultivo, y siguen evolucionando, en los que se dislumbra un brillante futuro con nuevas técnicas basadas en revolucionarias características especiales logradas a partir de distintas com-

posiciones de los polímeros, a todo esto se añaden los nuevos sistemas de transformación de los plásticos que las empresas van introduciendo progresivamente en su producción.

¿Cuáles son estas novedades en los plásticos usados, por ejemplo en los invernaderos?. De esto trata este artículo. Veamos algunas de estas características diferenciadoras:

- La mejora de las propiedades térmicas y mecánicas de los films flexibles, liderada por los tipos de plásticos fotoselectivos y fluorescentes
- Las placas rígidas como material de cubierta de los invernaderos si-

Vista aérea de una típica zona de Almería donde la tecnología del plástico ha permitido la extensión de los cultivos intensivos, superando las adversas condiciones climatológicas limitantes para el normal desarrollo de la agricultura sostenida.



Invernadero del tipo multitúnel con film plástico de P.E. térmico. a la derecha se observa el filme recién colocado conservando intactas todas las características ópticas; y a la izquierda, vemos el mismo tipo de film con un año de vida y con las propiedades ópticas seriamente mermadas.

guen la misma vía de investigación y desarrollo que los flexibles: incremento de la resistencia mecánica, y selectividad a las radiaciones, no pudiendo descartar la aparición en breve, de placas rígidas con efectos antiviral y antihongos.

● La coextrusión, consiste en fabricar films de varias capas, potenciando las características más favora-

bles para los cultivos de cada tipo de filme; por ejemplo, un filme coextruido de tres capas, con la cara externa muy resistente a la radiación ultravioleta, buenas propiedades mecánicas y antiadherentes al polvo; una capa central de excelente transparencia y termicidad; y la capa interna con propiedades antigoteo o antivaho.

Se ha de reconocer por ello, el es-

fuerzo realizado por la industria transformadora española para renovar su maquinaria y lograr así la fabricación de plásticos de alta calidad para su aplicación en los invernaderos con cultivos más o menos exigentes en sus necesidades de luz y/o protección térmica y duración del material plástico de su cubierta. De este modo la versatilidad del tipo de plástico está en función del uso agronómico que le de el cultivador.

Los plásticos como materiales de cubierta para los invernaderos

Cuando un agricultor dentro del invernadero levanta la cabeza ve una lámina que le separa del exterior y empieza a sentir cosquillas en el bolsillo preguntándose ¿ Cuánto tiempo me va a durar este plástico?, y a su alrededor, el cultivo también levanta la cabeza y recibe luz y calor, preguntándose también el tiempo que éste durará, pues estas características no son eternas, y pierden facultades con la edad, por ello siempre es recomendable escuchar la voz del cultivo cuando dice « Estoy vivo, pero no me encuentro bien».

La industria española transformadora del plástico ha realizado una gran labor en la fabricación de plásticos de alta calidad.

Para la correcta elección del material de cubierta es imprescindible conocer:

- Condiciones óptimas de crecimiento del cultivo
- Vida útil del material que depende en parte del clima de la zona y tipo de invernadero, aparte, obviamente de las características propias del material

Próximamente Ediciones de Horticultura, con el patrocinio de Exxon Chemical, publicará el libro *Los plásticos y la agricultura*, una obra que de una forma didáctica abarca las características técnicas y las aplicaciones de los distintos tipos de plástico.

Respuesta de las plantas a la luz

La cantidad y la calidad de luz, afecta directamente a la velocidad y a

la calidad de crecimiento del cultivo. La velocidad de crecimiento es resultado del nivel productivo de la planta, este lo regula la fotosíntesis, que está directamente relacionada con la intensidad de la luz interceptada. La calidad del crecimiento también se ve afectada por la cantidad de luz, pues una carencia de ésta, ocasiona plantas etioladas, de tallos débiles y hoja pequeña, que normalmente no interesan en el mercado o bien son de producción deficitaria. Este efecto puede darse en invernaderos donde se ha reutilizado el plástico durante demasiadas campañas.

La radiación solar por definición se divide en una serie de bandas en función de su longitud de onda. La zona perceptible a nuestra visión comprende entre los 360 nm y los 780 nm.

Las placas rígidas consiguen niveles de transmisión de luz equiparables al cristal y además presentan alta resistencia mecánica al impacto, superando en seguridad la fragilidad del cristal.

La banda de radiación visible, comprende todos los colores del arco iris, y nuestra visión, es más sensible a unos que a otros, concretamente nuestros ojos son diez veces más sensibles a la radiación verde, que a la roja o azul. Así pues, ¿por qué no podría ser que las plantas también tuvieran sus preferencias?, ¿y los insectos, y los hongos?. En estos conceptos se basa la investigación y el desarrollo de los plásticos fotoselectivos, que modificando la cantidad y el tipo de luz que transmiten pueden afectar el ciclo de los cultivos, las plagas y las enfermedades.

Concretamente en las plantas, la zona del infrarrojo cercano (700-1000 nm), induce un fuerte alargamiento, y es en la zona del rojo (610-700) y del azul (410-510) donde se concentra la radiación aprovechada para la fotosíntesis.

La banda del ultravioleta incide directamente en la producción de pigmentos antocianicos (tonalidades rojas), de manera que al colocar un plástico que impida el paso de los ultra-

Cuadro 1: Materiales de cubierta para invernaderos en comparación con las propiedades y resistencia al envejecimiento

Propiedades	Unidades	Film PE normal	PVC Bioentado	PRFV Protegido UV	GRP	PC Celular Protegido UV	PC Celular
Físicas							
Espesor	mm	0,15	0,9	1	1	10	10
Peso	kg/m ²	0,16	1,4	1,5	1,5	1,7	1,7
Ópticas							
Transmisión luminosa	%	89-90	81	87	84-86	78	74-78
Mecánicas							
Resistencia al impacto de bola +23 °C	J	2,5-3,3	17	10	10-11	>30	>30
Diámetro de granizo para rotura	mm	15-17	37	28	28-30 >40	>40	
Térmicas							
Coef. de aislamiento térmico (K)	W/(m ² ·°C)	12-15	7	7,2	7-7,6	3,3	3,2-3,7



Invernadero del tipo «punta y amagao» con plástico coextruido tricapa. Muy apropiado para las necesidades de los cultivos ornamentales

España, tiene la mayor producción de Europa de pimiento en cultivo intensivo y para consumo en fresco. Esta es una actividad económica con una proyección mayor de 60 mil millones de pesetas anuales, y su cultivo se extiende por más de 10.000 hectáreas y cubre todo el calendario de cosecha, las formas y los colores de fruto. El pimiento es una de las hortalizas más atractivas de la dieta de los europeos y norteamericanos.

En este libro se contemplan las técnicas de la producción intensiva para el cultivo en fresco, las variedades, la posrecolección, su empleo en conserva y para pimentón.

Los autores y capítulos del libro son:

Antecedentes de la producción de pimiento para consumo en fresco,
Alicia Namesny

Efectos y posibilidades de regulación de la temperatura en el cultivo del pimiento,
Pedro Florián

El cultivo protegido de pimiento,
Juan de Dios Gamayo

Producción de pimiento en el Reino Unido,
Paul Challinor

Planteles de pimiento,
Pedro Hoyos

Fertirrigación,
Antonio Alarcón

Plagas y enfermedades,
Miguel García Morató

Enfermedades virósicas,
Concha Jordá

Tipos de fruto de pimiento - Evolución varietal,
Alberto Milla

Las variedades (anexo); Posrecolección y envasado de pimiento,
Hugo Giambanco de Ena

Cultivo de pimiento para pimentón - Mecanización del cultivo de pimiento para pimentón y oleoresina,
Joaquín Costa

El pimiento para conserva,
Ramón Gil



Pimientos, es el título nº 9 de la colección «Compendios de Horticultura»
Anuncio de Pre-Publicación, Junio, 1996

Ref. 2.081
4.700 Pts.

violetas, el cultivo no mostrará sus tonos rojizos. Este efecto quizás parece indeseable para algunos cultivos, pero en cambio, es necesario en otros, donde la producción de antocianos en condiciones favorables de temperatura es excesiva, y causa una depreciación del producto.

Los films fotoselectivos

Yoash Cohen-Zhedek, director de Exportaciones de Ginegar, en el marco del Fitech'96, habló sobre los plásticos fotoselectivos conocidos en parte por antivirius y antibotrytis.

El efecto antivirius se consigue actuando sobre la permeabilidad a la radiación ultravioleta base de la visión de los insectos. Los lugares exentos de esta radiación no son acogedores para los insectos de manera que se consigue una disminución de los ataques de virus por el efecto escape, donde el insecto transmisor del virus, no llega a entrar en contacto con el cultivo.

Los films que tan solo actúan sobre la radiación ultravioleta, no son visualmente distinguibles de los comúnmente utilizados, pues nuestra visión no nos permite apreciar la diferencia, así pues, observamos el mismo nivel de luz.



A la izquierda, cubierta tipo multitúnel con plástico fluorescente de color rojo, que produce un cambio en la composición de la luz ampliando la banda del color rojo. Este cambio provoca la brotación de las yemas dormidas, obteniéndose con ello, mayor producción de calidad. A la derecha, túnel con cubierta de plástico fotoselectivo de color azul, resultado de la disminución de la banda de color verde. Presenta las ventajas de reducir los ataques de ciertos hongos y con ello las necesidades de tratamientos, protege contra las radiaciones U.V. dañinas y permite la adición de cualquier otro aditivo comúnmente utilizado en los films tradicionales. Fotos: Ginegar Plastics products.

Los films fotoselectivos con efecto antibotrytis actúan sobre la permeabilidad a los ultravioletas y parte de la radiación visible, que está directamente relacionada con el ciclo vital del hongo.

El efecto antibotrytis se consigue actuando sobre la permeabilidad a los ultravioletas y parte de la radiación visible, que está directamente relacionada con el ciclo vital del hongo. Cohen comentó que se ha observado una dependencia del hongo *Botrytis cinerea* por el color verde y los rayos ultravioletas en la fase de esporogénesis.

Este tipo de plástico es visualmente distinto a los comúnmente utilizados, es de color azul, dando impresión de una menor transmitancia. La razón es la disminución de la radiación verde a la que nuestra visión es tan sensible, pero es de bajo valor

energético para el cultivo, de manera que el resultado es una ligera pérdida del PAR, a cambio de una disminución del ataque de hongos sensibles. Este plástico no erradica la enfermedad, pues impide la esporulación de los hongos instalados, pero no impide la instalación de nuevas esporas procedentes del exterior.

La placa de plástico como cubierta de invernadero

De todos es conocido que los films plásticos, sobre todo las nuevas familias, aun teniendo un considerable nivel de transmisión de la luz cuando son nuevos, lo pierden rápidamente si se utilizan en más de dos campañas. En cambio, las placas rígidas han conseguido unos niveles de transmisión

de la luz equiparables al cristal, con una larga vida, presentando también la ventaja de una alta resistencia mecánica al impacto superando en seguridad la fragilidad del cristal, todo ello con un peso muy reducido.

El policarbonato es un material con excelentes características lumínicas y térmicas, muy apropiado para zonas donde las heladas son frecuentes. Aunque es un material que alcanza un elevado precio y precisa de invernaderos con una mejor y mas sólida estructura que los cubiertos con film, sus resultados agronómicos son envidiables.

La situación del PVC Biorientado también es ventajosa respecto a los rendimientos de los cultivos, la resistencia mecánica y el envejecimiento,

Cuadro 2: Comportamiento de las láminas de plástico frente a la luz

Material	Espesor	Transmisión global luz visible (%)	Dispersión de la luz (%)	Duración en Almería
PE normal	150 µ, 600 galgas	89	15	6 - 8 meses
PE térmico	200 µ, 800 galgas	83	55	2 años
EVA (12% AV)	180 µ, 720 galgas	90	45	2 años
EVA (6% AV)	125 µ, 500 galgas	89	65	1 año



En estas dos imágenes, invernadero de tipo multitúnel con ventilación tradicional y malla antiinsectos.

tanto por lo que se refiere a films como al cristal.

La malla anti-insectos en los invernaderos

En las zonas con clima suave, la ventilación del invernadero es una operación indispensable para la buena marcha del cultivo, y no está exenta de complicaciones. Se considera una ventilación suficiente cuando el nivel de intercambio supera las 30 renovaciones por hora. Esta tasa no es fácil de conseguir con la tradicional colocación de malla en las ventanas, pues la

El hecho de mantener en todo momento el plástico bajo tensión disminuye el riesgo de rotura de la cubierta en condiciones de fuerte viento, facilitando el incremento de la superficie de ventana.

superficie de intercambio es reducida, y es difícil de aumentar sin incrementar el riesgo de rotura por el efecto del viento.

Durante el Fitech'96, Fórum Internacional de Tecnología y Horticultura, celebrado recientemente en Valencia, Juan Ignacio Montero, Dr. Ing. Agrónomo, investigador del IRTA, presentó un nuevo sistema de ventilación, basado en la apertura cenital mediante la sustitución tensada del plástico, bien por una malla anti-insectos o por apertura libre con bandas de tensado. El hecho de mantener en todo momento el plástico bajo tensión, disminuye el riesgo de rotura de la cubierta en condiciones de fuerte viento, facilitando el incremento de la superficie de ventana.

Después de leer este artículo, quizás quede la sensación de que en un futuro cercano los plásticos cuidarán ellos solos de nuestros cultivos, y la tecnología del invernadero se encargará totalmente del control de las necesidades de las plantas, al mismo tiempo que nos preparará el café del desayuno, pero no debemos olvidar que el



Las últimas evoluciones de las placas semi-rígidas

Con la importancia creciente de las cubiertas de invernadero en placas semi-rígidas, los fabricantes de placas han mejorado las cualidades específicas de su producto para su empleo en invernaderos.

La productividad depende de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (PAR), que incide sobre el cultivo, resultado de la transparencia de la cubierta al PAR (0,3 μm , 0,7 μm). El efecto invernadero viene asegurado por la capacidad que tiene el material de cubierta de retener la radiación térmica (de 2,5 μm a 40 μm) emitida desde el interior del invernadero hacia el exterior. Así pues, los fabricantes de placas han buscado la manera de optimizar estos parámetros para atender los niveles equivalentes al cristal. En enero de 1996, Ondex lanzó al mercado la novedad Ondex Bio 2, gracias al cual la transmisión luminosa en el PAR ha aumentado más del 7%. El ambiente obtenido con las placas-semi-rígidas Ondex Bio 2 es completamente comparable al obtenido bajo cristal.

La elección que debe realizar el horticultor entre equipar su invernadero con una cubierta de cristal o de placa semi-rígida es ante todo, un compromiso entre productividad de cultivo y aumento de la resistencia mecánica. Esta elección ha evolucionado radicalmente. La placa semi-rígida ofrece un potencial de productividad equivalente al del cristal, y esta productividad no se ve casi alterada con el envejecimiento. (Culture protette n° 4, G. Magnani «Laminati plastici rigidi: coperture a confronto».)

Cultivos protegidos

Mientras que la productividad del cultivo bajo invernadero de cristal es comparable a la de un invernadero cubierto con PMMA o PVC bioorientado, su protección a los elementos naturales es diferente. Para evaluar la eficiencia de la protección de los materiales de cubierta, existen dos tests reconocidos en Europa (ISO 6603-2 y EMPA), que miden la energía mínima que es necesaria para que el granizo rompa el material de cubierta del invernadero examinado. La norma suiza (SIA 280, 281) atribuye a las placas Ondex Bio 2 una resistencia de 7 a 9 Joules, siendo 0,5 la del cristal. Este organismo considera que un material es resistente al granizo si soporta un impacto superior a 5,6 Joules. Asimismo, según el test ISO 6603-2, la resistencia es de 18 Joules.



Invernadero con placa Ondex Bio 2.

La biorientación, proceso que consiste en tensar la placa en dos direcciones perpendiculares, provocando una reordenación molecular y un entrecruzamiento de la cohesión de estos copolímeros, es lo que proporciona a estas placas la resistencia mecánica.

Conclusión

Las principales funciones de un invernadero son proteger los cultivos optimizando los parámetros de producción. La elección de un material de cubierta de invernadero viene determinado por estas funciones. Gracias a la novedad Ondex Bio 2, el invernadero adquiere un rendimiento equivalente al cristal y al PMMA, con un nivel de protección claramente superior.

plástico es una vía de intensificación de una superficie de cultivo, y no un factor de gasto desmesurado para el agricultor. Quizá el plástico que nos prepare el desayuno sea más cómodo que el que optimiza la relación de inputs y beneficios, pero al fin y al cabo, el agricultor es un empresario, y deberá optimizar siempre sus recursos.

El agricultor que conozca a fondo las diferentes opciones y aplicaciones de los nuevos plásticos podrá utilizar los que mejor se adapten a sus cultivos, al clima y a su capacidad de inversión.

Para ello es necesario que conozca a fondo las diferentes opciones y aplicaciones de los nuevos plásticos -a los que algunos llaman «inteligentes»- con el fin de utilizar en sus explotaciones los que mejor se adecúen a su cultivo, al clima de su zona geográfica, a su capacidad de inversión, etc.

Nicolás de Walque
Director de Producción y Exportación
de Ondex