

[CASUÍSTICA]

Materiales plásticos fotoselectivos empleados en la cubierta

J. López-Marín

A. Gálvez

A. Galindo

A. González

Departamento de Hortofruticultura, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario

Desde su aparición en el ámbito agrícola, los plásticos han sufrido profundos cambios que han permitido optimizar el aprovechamiento de las condiciones ambientales propias de las zonas de desarrollo de los cultivos hortícolas protegidos. Ello se ha debido fundamentalmente, a la mejora de sus propiedades mecánicas y ópticas tras un estudio profundo de los efectos que producen los distintos rangos de la radiación solar que incide, tanto en el material de cubierta como en las plantas que protege.

La historia de la horticultura referida a los cultivos protegidos ha estado ligada durante las últimas décadas a los avances dentro de la industria química de los plásticos, tanto en materia de estructuras poliméricas que mejoran sus propiedades mecánicas y ópticas, como en aditivos que aportan mayor duración y permiten combinaciones que satisfacen las necesidades de cada aplicación agrícola o el desarrollo de la tecnología de transformación. Los nuevos avances se encaminan hacia materiales que mejoran sus propiedades mecánicas y hacia una selectividad de la radiación (cantidad y calidad). En los últimos años se han desarrollado en el mercado, diferentes tipos de plásticos para la agricultura, que se denominan “fotoselectivos” ya que se caracterizan por su

capacidad para modificar el espectro de luz recibido dentro del invernadero, y tienen por objeto influir en el comportamiento de las plantas o en el medio ambiente donde se desarrollan, a través de la filtración o intensificación de determinados espectros de la radiación solar (González *et al.*, 2001). Ello se consigue con la inclusión en los plásticos comerciales de una serie de aditivos que facultan efectos específicos ante la acción de radiaciones con determinadas longitudes de onda (Anónimo, 2006).



Diferentes cubiertas de materiales plásticos fotoselectivos (Campaña 2009/2010)

[Intrusión de aditivos]

La unión de diversos aditivos con los polímeros constituyentes, propician la selección de radiaciones de determinadas longitudes de onda, induciéndole al material final propiedades específicas, habiéndose progresado mucho pero quedando retos pendientes, como la opacidad a la radiación infrarroja corta (NIR) para reducir las altas temperaturas en los cultivos de verano.

Los aditivos se incorporan en el proceso de fabricación de los plásticos a fin de aportar determinadas cualidades o de mejorar las características existentes, sin afectar a la estructura molecular del polímero. Los aditivos pueden ser de procesado (que facilitan el proceso de transformación) o funcionales (que aportan determinadas cualidades al plástico), pudiendo llegar a alcanzar hasta el 10% del peso final del producto (Díaz *et al.*, 2001).

Los aditivos funcionales más importantes son los fotoestabilizadores, los antiácidos, los bloqueadores de la radiación infrarroja larga (rango 7 a 14 μm), los modificadores de la tensión superficial, los bloqueadores de la radiación infrarroja corta y los aditivos de luminiscencia.

Dentro de éstos, algunos tienen como finalidad retrasar el envejecimiento de las láminas agrícolas, efecto derivado de la degradación del polímero por la acción de los rayos UV del sol. Entre ellos cabe destacar: los complejos de níquel (quencher) y diversos compuestos orgánicos, entre los que se encuentran los derivados de benzofenona y los hals.

[Los fotones y su influencia en las plantas]

En los cultivos de invernadero son factores clave, la intensidad y la calidad de la radiación que penetra en su interior, y que definen el balance es-

pectral, ya que modifican la temperatura interna y las respuestas morfológica y fisiológica de las plantas (Benavides, 1998). Éstas, son organismos que carecen de movilidad, por lo que desarrollan una serie de adaptaciones en el tamaño, composición y eficiencia de los síntomas de captación de radiación, compensando las variaciones en la disponibilidad de la energía solar (Geiger y Servaites, 1994). La adaptación se consigue por la acción conjunta de diferentes fotorreceptores, como clorofilas, carotenoides, fitocromos, etc., con los que la planta recibe las características de la radiación, como duración, intensidad, dirección y calidad espectral, etc. (Smith, 1995). A veces interesa intensificar determinadas bandas de la radiación solar, como es el caso de las radiaciones cálidas (naranjas, rojas...) para aumentar la precocidad de las cosechas en plantaciones tardías (González et al., 2002). Estudios sobre la fotomorfogénesis han mostrado la gran influencia que ejerce la calidad espectral de la radiación sobre el cre-

cimiento y desarrollo de las plantas. Así, la zona del infrarrojo cercano (700-1000 nm) induce un alargamiento de la planta.

La relación de los flujos de fotones rojo/rojo lejano (610-700/700-800 nm) actúa sobre el alargamiento de los tallos. En el rojo (610-700) y azul (410-510) es donde se concentra la mayor radiación aprovechada en fotosíntesis (radiación PAR) (Murakami *et al.*, 1996b).

El mayor aporte energético propicia por altos niveles de radiación, puede incidir en el incremento del calentamiento de las hojas aumentando el consumo de agua, pudiendo llegar a generar desecación en casos extremos. Estos niveles inducen a la estimulación del crecimiento de las ramificaciones, la proliferación de los puntos de crecimiento, la posible fotodestrucción de la clorofila y, en casos extremos, generar síntomas de estrés atribuibles a estos excesos en algunos rangos del espectro, como, por ejemplo, el aumento de los niveles de antocianinas (Langhans, *et al.*, 1997).

Dentro del espectro solar, las bandas correspondientes a la acción del UV tienen efectos diversos en los distintos aspectos que influyen sobre los cultivos y los implementos que se utilizan para promover su crecimiento. Así, los materiales plásticos usados como cubiertas en los cultivos protegidos, actúan potenciando su envejecimiento.

[La radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta (UV) es una parte de la región no ionizante del espectro electromagnético, la cual comprende aproximadamente 8-9% del total de la radiación solar (Coohill, 1989; Frederik, 1993).

Radiación ultravioleta B

El incremento en los niveles de radiación ultravioleta B (UV-B, 280 – 320 nm de longitud de onda) que llegan a la superficie terrestre, producto de la disminución de la concentración del ozono estratosférico (Madronich *et al.*, 1998), es un tema de preocupa-

NUEVAS DIMENSIONES
710/70 R 38 Y 710/70 R 42

MICHELIN MACHXBIB

Potencia y duración



Productividad



Rentabilidad



Respeto del medio ambiente

Nuevas dimensiones MICHELIN MACHXBIB 710/70 R 38 y 710/70 R 42 para los tractores de más de 200 CV. Los neumáticos MICHELIN MACHXBIB son la referencia para los tractores de gran potencia. Te llevan más lejos durante más tiempo, tanto para trabajos en el campo como para tus desplazamientos.



Clasificación UV

En general se consideran tres rangos de longitud de onda:

- UV-C (200-280 nm) es extremadamente dañina para organismos, pero no es relevante bajo condiciones normales de radiación solar
- UV-B (280-320 nm) es particularmente interesante ya que se trata de una longitud de onda que representa el 1'5% del total del espectro aproximadamente, pero puede inducir variedad de efectos perjudiciales en plantas
- UV-A (320-400 nm) representa aproximadamente el 6'3% de la radiación solar entrante y es la parte menos peligrosa de la radiación ultravioleta. La radiación UV-A puede también inducir una mayor cantidad de pigmentos absorbentes de UV (Rozema *et al.*, 2002).

ción científica mundial. Destacando, entre otras áreas de interés, aquellas relacionadas con su posible efecto en las especies vegetales superiores, la radiación UV-B, posee un efecto fotobiológico importante en éstas. Se han publicado alteraciones sobre el material genético (Britt, 1996; Stapleton, 1992), procesos fotosintéticos (Teramura y Sullivan, 1994; Nogués, 1998), crecimiento (Smith *et al.*, 2000), morfología (Teramura *et al.*, 1991), floración (Caldwell *et al.*, 1994) y en el equilibrio competitivo entre especies (Barnes *et al.*, 1990), entre otros muchos autores (Halevy 1997; Antignus *et al.*, 1998; Costa and Robb, 1999; Secker-Esquira, 2000; Costa *et al.*, 2002) apuntan que el uso de filmes absorbentes de UV-B como cubiertas de invernadero, permiten la disminución de poblaciones de insectos y enfermedades fúngicas (Castilla, 2004).

Esto puede ser interesante como medida antivectores de virosis, ya que los insectos necesitan la luz ultravioleta (UV) para orientarse y hacer sus funciones normales, especialmente UV-B, que es de menor longitud de onda y la más energética (González *et al.*, 2000). Entre los insectos vectores de virosis que mayor incidencia tienen sobre la horticultura se encuentra

a *Frankliniella occidentalis*, que transmite el Virus del Bronceado del Tomate, y *Bemisia tabaci* que transmite el Virus de la Cuchara del Tomate. Los materiales fotoselectivos anti-UV limitan también el desarrollo de hongos (Balenzategui *et al.*, 2002), al alterar el desarrollo de las esporas, como ocurre con *Botrytis* sp.; parece que la modificación de la luz impide la formación de ergosterol, un esteroide de las membranas de este hongo. De modo similar, la supresión de la radiación UV en el entorno de 340 nm, limita la esporulación de *Sclerotinia* y *Alternaria* (Jarvis, 1997).

Conclusiones

- Se podría decir que un material de cubierta en un invernadero resolvería gran parte de las problemáticas que afectan a los cultivos, aunque también hay que apuntar que los

durar un mínimo de dos años dados los costes de colocación y de desvestir el invernadero, que lo elevarían. A ello se une la dificultad de encontrar mano de obra cualificada para su cobertura en algunas ocasiones y también el precio, previsiblemente superior a los de uso tradicional y que debería quedar justificado.

- Por otra parte, las modificaciones realizadas en los distintos rangos de radiación no son meridianamente exactas, lo que provoca que el espectro de otro rango de radiación próximo se vea afectado, perjudicando la conducta de la planta. De aquí que la aplicación de la fotoselectividad debe ser revisada, ya que en diversas investigaciones realizadas se están encontrando variabilidades de comportamiento de las plantas no consideradas "a priori", pudiéndose verse afectadas, incluso, por la presencia de variables y factores ambientales no consideradas en determinadas situaciones o desconocidas.

- Otros aspectos que incluye la fotoselectividad dentro de la potenciación de la acción de la radiación con determinadas longitudes de onda, podría estar representada por aquellas que multiplican los efectos degradativos de la radiación UV con la adición de compuestos prooxidantes, y que esta siendo investigada en el acortamiento de la vida útil de los filmes de acolchado formulados con polietileno de baja densidad

en diversas proporciones, una vez finalizada o durante su utilización en cultivos de semforzado, para evitar el efecto de contaminación edáfica física y de tipo ambiental, en lo paisajístico. Línea de trabajo en la cual el IMIDA de Murcia desarrolla varios proyectos de investigación de rango nacional y autonómico.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con la colaboración del proyecto de investigación CENIT MEDIODIA.

Bibliografía

Queda a disposición del lector en los correos electrónicos de redacción @editorialagricola.com y en albertot.gonzalez@carm.es •

Instalaciones para ensayos en la finca experimental del IMIDA en el Campo de Cartagena (Campaña 2009/2010)



comportamientos de estos nuevos desarrollos han de ser estudiados de forma exhaustiva antes de su introducción en el mercado. Ello se debe a que con independencia de las propiedades físicas y ópticas conferidas a éstos en el laboratorio y pese a los diversos estudios de modelización de conductas y de otros trabajos teóricos realizados, la aplicación práctica en campo muestra las múltiples lagunas a solucionar antes de su lanzamiento, si es que no se quiere dar al producto una mala imagen que, posteriormente, aún estando ésta normalizada, dificulte su aceptación por el agricultor.

- Por un lado, la estabilidad y vida útil de los aditivos tiene que ser reforzada, para un filme de estas características y su actividad debería