

Efectos del uso de plásticos fotoselectivos sobre el desarrollo y la productividad del tomate en invernadero

J.A. Fernández*; S. Bañón*
A. González**; J. López**;
A. Fontecha***; A. Salmerón***

Introducción

En los últimos años han aparecido en el mercado diferentes tipos de plásticos para la agricultura desarrollados para alterar el espectro de radiación que entra dentro del invernadero, unas veces filtrándola y en otros casos intensificando determinadas bandas de la misma. Son los plásticos conocidos como «fotoselectivos», que se caracterizan por su capacidad para modificar el espectro de luz recibido (González et al., 2001). Esto puede ser interesante como medida antivectores de virosis (González et al., 2000), ya que los insectos necesitan la luz ultravioleta (UV) para orientarse y hacer sus funciones normales, especialmente UVA-B, que es la de menor longitud de onda (la más energética). 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 los hongos (Balanzategui et al, 2002), al alterar el desarrollo de las esporas, como ocurre en *Botrytis* sp.; parece que la modificación de la luz impide la formación de ergosterol, un esteroide de las membranas de este hongo. Por otro lado, los plásticos anti-UV se están utilizando también para evitar la aparición de fisiopatías, como ocurre en el cultivo



del rosal para disminuir la incidencia del necrosado en los pétalos de las variedades rojas (Jaffrin, 2000). A veces interesa intensificar determinadas bandas de la radiación solar, como ocurre cuan-

do se intensifica las radiaciones cálidas (naranjas, rojas...) para aumentar la precocidad de las cosechas en plantaciones tardías (González et al, 2002).

Sin embargo, bien conocida es la influencia de la luz sobre el desarrollo vegetal, pudiendo hacerlo, principalmente, desde el punto de vista energético y por fotomorfogénesis. La influencia de la luz sobre la producción de biomasa (la fotosíntesis) está considerada como un proceso fotobiológico de las plantas, que permite captar la energía solar y utilizarla para, a partir del anhídrido carbónico, elementos minerales y agua, producir oxígeno y sustancias orgánicas (carbohidratos) que servirán de alimentos. En la influencia de la luz sobre el desarrollo vegetal, ésta actúa como elemento de transmisión de la información que determina el desarrollo de la planta. La calidad de la luz recibida (distribución del espectro de luz) por el material vegetal puede influir decisivamente sobre estas dos actuaciones de la luz (Bañón et al., 1991). Por ello, cuando se utilizan cu-

biertas fotoselectivas como herramienta auxiliar para el control fitosanitario en invernaderos, uno de los aspectos que hay que valorar es la incidencia de la modificación espectral de la luz sobre el desarrollo vegetativo de las plantas y, especialmente, sobre la producción al nivel de calidad y rendimiento.

Existen diferentes tipos de plásticos para la agricultura desarrollados para alterar el espectro de radiación que entra dentro de un invernadero

*Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena.

**Departamento de Horticultura. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. Consejería de Agua, Medio Ambiente y Agricultura. IMIDA.

***Dirección de Tecnología Repsol YPF



Tabla 1. Producción final de tomate (kilogramos por planta). Período comprendido entre el 6-3-2003 al 27-5-2003

Tratamientos	G+	G	M	MM	Destrió	Total
M1	7,79 Aa	25,28 Ab	47,28 Ac	28,32 Ab	14,69 Aab	123,37 Ad
M2	17,23 Ba	28,99 Ab	76,90 Bc	47,76 Bd	5,39 Be	176,30 ACf
M3	11,87 Aa	30,38 Ab	51,28 Ac	25,53 Ab	9,51 Ba	128,58 Ad
T1	16,75 Ba	48,32 Bb	99,56 C	46,95 Bb	5,51 Bd	216,66 Be
T2	16,91 Ba	44,71 Bb	79,06 Bc	33,42 ABb	7,41 Ba	181,53 BCd
T3	21,05 Ca	34,68 ABb	78,42 Bc	50,45 Cbd	5,50 Be	190,12 BCf

Letras minúsculas diferentes en las filas y mayúsculas en las columnas, indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Duncan ($P < 0.01$).

El objetivo del presente trabajo fue valorar la influencia de distintos materiales plásticos anti-UV, utilizados para controlar trips y moscas blancas en un cultivo de tomate, sobre el crecimiento vegetativo y la productividad.

Material y métodos

El 18 de octubre de 2002 se inició un experimento, probándose plásticos fotoselectivos monocapas y tricapas, frente a plásticos convencionales.

Los materiales plásticos estudiados fueron: a) film monocapa térmico de dos campañas y 200 μm de espesor (control, M1); b) film monocapa térmico de dos campañas, 200 μm de espesor y filtro UV-1 (M2); c) film monocapa térmico de dos campañas, 200 μm de espesor y filtro UV-2 (M3); d) film tricapa térmico de tres campañas (control, T1); e) film tricapa térmico de tres campañas, 200 μm de espesor y filtro UV-1 (T2); f) film tricapa térmico de tres campañas, 200 μm de espesor y filtro UV-2 (T3). Los plásticos estaban colocados desde la campaña anterior so-

bre seis invernaderos de 52,25 m^2 de superficie (5,5x9,5x2,2 m), ubicados en la finca experimental "Torreblanca" del ahora Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia, en el Campo de Cartagena.

El material vegetal estudiado fue la variedad Boludo (resistente al virus de la cuchara y al del bronceado del tomate), plantando filas de guarda con la variedad Salvador (sensible a ambos virus).

La densidad de plantación fue de tres plantas/ m^2 . Para constatar la presencia de plagas se colocaron en cada invernadero trampas cromotrópicas de color amarillo y azul (10x30 cm). Para la polinización se colocaron colmenas de abe-

jorros (*Bombus terrestris*), el 12 de diciembre, estableciéndose un sistema de conteo de visitas. Igualmente se colocó una malla antipulgón en puertas y ventanas, para impedir la salida de los abejorros y no dificultar la entrada de trips y moscas blancas.

Se registraron medidas de crecimiento y desarrollo (altura de planta, diámetro de hojas, número de hojas, longitud de entrenudos, evolución de la biomasa) y de producción (precoz, tardía y final) y rendimiento.

Los datos obtenidos en las mediciones fueron analizados estadísticamente (ANOVA) con el programa STATGRAPHICS 2.1 para entorno WINDOWS. La separación de medias se realizó mediante el test de DUNCAN con una probabilidad inferior a 0.05.

Resultados y discusión

Los plásticos tricapas fueron algo más productivos que los monocapas, sin embargo, desde el punto de vista estadístico no hubo diferencias entre el plástico control y los fotoselectivos en ambos tipos de plásticos (Tabla 1). Es decir, la incorporación de filtros anti-UVA al film no alteró la producción de tomate en este experimento. De esta producción total, la precoz fue en todos los tratamientos estudiados menor a la producción tardía, con porcentajes sobre la producción total del 20 al 40% para los monocapas y del 20 al 30% para los tricapas (Figura 1F).

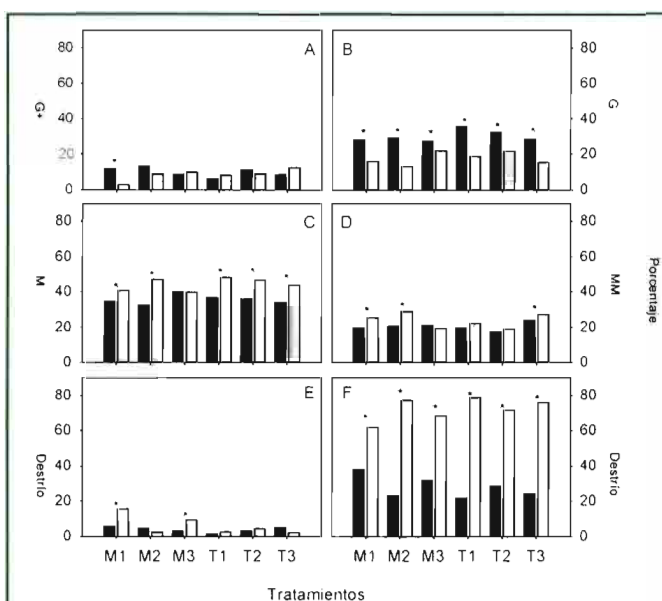


Figura 1. Distribución porcentual de la producción precoz (barras en negra) y tardía (barras en gris). Calibre G+ (A); Calibre G (B); Calibre M (C); Calibre MM (D); Destrió (E); Producción total (F).

cultivos intensivos

Tabla 2. Producción precoz de tomate (kilogramos por planta).
Período comprendido entre el 6-3-2003 al 15-4-2003

Tratamientos	G+	G	M	MM	Destrío	Total
M1	5,48 Aa	13,27 Ab	16,36 Ab	9,28 Aa	2,66 Ac	47,06 Ac
M2	5,22 Aa	11,86 Ab	13,16 Bb	8,34 Ab	1,91 Ac	40,50 Bc
M3	3,38 Ba	11,15 Ab	16,34 Ac	8,60 Ab	1,22 ABd	40,70 Bd
T1	3,02 Ba	16,60 Bb	17,11 Ab	9,07 Bc	0,78 Ad	46,59 Ad
T2	5,63 Aa	16,64 Bb	18,60 Ab	8,93 Ac	1,76 Ad	51,58 Ad
T3	3,81 Ba	13,18 Ab	15,64 ABc	11,20 Bbd	2,32 Ae	46,15 Ae

Letras minúsculas diferentes en las filas y mayúsculas en las columnas, indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Duncan ($P < 0.01$).

Tabla 3. Producción tardía de tomate (kilogramos por planta).
Período comprendido entre el 22-4-2003 al 27-5-2003

Tratamientos	G+	G	M	MM	Destrío	Total
M1	2,31 Aa	12,01 Ab	30,97 Ab	19,41 Aa	12,03 Ac	76,31 Ac
M2	12,02 B	17,13 AB	63,74 Bb	39,42 Ab	3,48 Ac	135,80 Ac
M3	8,46 C	19,23 B	34,93 Ac	16,93 Ab	8,28 ABd	87,87 Ad
T1	13,73 Ba	31,71 C	82,44 C	37,88 Bc	4,72 Bd	170,50 Bd
T2	11,28 BC	28,07 C	60,46 B	24,49 Ac	5,64 Ad	129,95 ABd
T3	17,24 D	21,50 BC	62,78 B	39,25 Bbd	3,18 Ae	143,96 ABe

Letras minúsculas diferentes en las filas y mayúsculas en las columnas, indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Duncan ($P < 0.01$).

pecto al control-monocapa, y el T2 lo aumentó respecto al control-tricapa (Tabla 2). Sin embargo, cuando estudiamos la producción tardía (Tabla 3) observamos el mismo comportamiento que en la producción total, los plásticos tricapas fueron más productivos que los monocapas pero entre ellos, la fotoselectividad no la alteró. La producción precoz predominó el G frente a la tardía, en la que tuvo más presencia el calibre M (Figuras. 1B y C). El plástico control-monocapa presentó una mayor presencia porcentual de frutos más gruesos (calibre G+) que los fotoselectivos-monocapas (Figura 1A).

En relación al crecimiento vegetativo, los resultados obtenidos (Tabla 4) muestran que no existen grandes diferencias de desarrollo de las plantas que han crecido bajo los distintos filmes de cubiertas, lo que sugiere que éstas difícilmente pueden repercutir sobre el comporta-

Los resultados evidencian, para los monocapas, una reducción del destrío para los fotoselectivos, lo que no ocurrió para los tricapas (Tabla 1). El porcentaje de destrío fue menor para la producción precoz que para la tardía en los tratamientos M1 y M2, no alterándose en el resto de tratamientos (Figura 1E). Respecto al calibre de los frutos comerciales, los plásticos fotoselectivos monocapas (M2 y M3) aumentaron la presencia de frutos gruesos (G+) respecto al control (Tabla 1). Sin embargo, el tratamiento más efectivo en este caso fue T3, que en este caso aumentó 5 kg la cosecha total de calibre G+ respecto al control-tricapa (Tabla 1). Todos los tratamientos produjeron una mayor producción de calibres M, aumentada por el tratamiento M2 en los monocapas y disminuida por los tratamientos T3 en los tricapas.

La producción precoz (total y destríos) no fue alterada con significación estadística por los tratamientos aplicados, lo que sugiere que los plásticos tricapas no alteraron la producción precoz frente a los monocapas, tanto en los tratados como en los tratados con filtros anti-UV (Tabla 2). El tratamiento M3 redujo la presencia de frutos gruesos (G+) res-



Tabla 4. Respuesta de la altura de planta, diámetro y número de hojas por planta a distintos materiales plásticos de cubierta

Tratamientos	Altura (cm)		Diámetro (cm)		Nº hojas/ planta	
	S42-2002	S12-2003	S42-2002	S12-2003	S42-2002	S12-2003
M1	13,0 a	203,1 a	0,7 a	1,2 a	4,0 a	37,0 a
M2	14,1 a	220,4 b	0,8 a	1,3 a	4,0 a	38,4 b
M3	13,0 a	210,2 b	0,8 a	1,5 a	3,0 b	37,3 a
T1	12,1 a	199,7 a	0,9 a	1,5 a	4,0 a	38,2 a
T2	12,6 a	209,1 b	0,7 a	1,3 a	4,0 a	38,1 a
T3	12,1 a	199,9 a	0,8 a	1,7 a	3,9 a	38,1 a

Letras minúsculas diferentes en las columnas, indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Duncan ($P < 0.01$).

miento reproductivo. No obstante, en la serie monocapa, los materiales experimentales dotados de filtro ultravioleta (M2 y M3) produjeron un mayor crecimiento sobre las plantas que el control (M1). En la serie tricapa, se detecta un mayor crecimiento del material experimental T2, con respecto al control.

Las medidas del diámetro de las plantas (**Tabla 4**), al ser una variable vegetal en la que sus valores tienen menos amplitud de oscilación, en cuanto a conseguir una dimensión normal, y cuyas diferencias se estiman en milímetros, no se aprecian diferencias significativas de desarrollo por los distin-



tos tratamientos; sí se observa que los diámetros alcanzados se corresponden con valores normales en el momento fenológico estudiado.

Al estudiar el número de hojas por planta tampoco se observan grandes diferencias entre los distintos tratamientos, aunque el tratamiento M2 presenta un valor un poco mayor dentro de los monocapas (**Tabla 4**).

Se controló el crecimiento de aquellos entrenudos entre los cuales se situaba el racimo floral, por si pudiese aparecer alguna relación destacable. El seguimiento, de acuerdo con lo comentado en la metodología, se hizo hasta que el tamaño era definitivo, de aquí que cuando se pasaba al siguiente, éste ya estaba bastante desarrollada. El dato que se aporta, en

consecuencia, es el de su tamaño definitivo, por pensar, que si en alguna manera es importante, este es el dato que puede ser relevante (**Tabla 5**). Examinando la **tabla 5** se puede decir que hay una fluctuación general en la que se aprecian mayores dimensiones durante los meses más fríos, probablemente motivado por el descenso de las temperaturas y la luz, y las cuales vuelven a estabilizarse de cara a la primavera. En la serie monocapa es mayor la longitud de los entrenudos en los invernaderos cubiertos con los materiales fotoselectivos, mientras que en los tricapas los resultados están menos claros.

En la **tabla 6** se estudia la biomasa generada por los distintos tratamientos. Los datos recogidos de longitud total de plantas y de zona deshojada muestran una similitud entre todos los tratamientos (**Tabla 6**). Sin embargo, los datos de peso seco y fresco revelan que los plásticos monocapas produjeron un menor peso que los tricapas; entre los últimos, no se produjeron diferencias significativas y

en los monocapas el tratamiento M2 produjo un menor peso seco que el control y el tratamiento M3, que fueron estadísticamente iguales entre sí.

La importante contribución que supondría la utilización de estos materiales fotoselectivos en la mayor promoción y facilidad para preservar a los cultivos hortícolas intensivos en invernadero, sujetos a una gran presión de plagas y enfermedades, de éstas, reduciendo drásticamente los tratamientos fitosanitarios, confirma el gran interés de esta línea de trabajo, en la que algunos resultados preliminares muestran perspectivas de sumo interés.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el IMIDA, Repsol YPF, y el proyecto de Investigación de la Fundación Séneca AGR 4 FS 02, titulado "Utilización de plásticos fotoselectivos como medios auxiliares para la producción integrada".

Bibliografía

A disposición de los lectores.

Tabla 5. Longitud final de los entrenudos en los que se sitúan los primeros racimos florales

Tratamientos	Semana	Nº de r�cimos	Tratamientos					
			M1	M2	M3	T1	T2	T3
Diciembre	48	1	9,8 a	9,8 a	9,6 a	9,5 a	9,4 a	9,9 a
	51	2	11,4 a	12,5 a	11,5 a	11,1 a	12,2 a	12,0 a
Enero	1	3	13,4 a	15,1 b	13,5 a	12,3 ab	11,2 ab	12,87 ab
	4	4	13,0 bc	14,5 a	13,5 c	12,3 ab	11,2 a	12,8 b
Febrero	8	5	10,0 a	12,6 b	11,6 ab	11,5 ab	11,7 ab	10,7 a
Marzo	12	6	9,7 a	11,0 a	10,9 a	10,0 a	10,6 a	9,5 a

Letras minúsculas diferentes en las filas indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Duncan ($P < 0.01$).

Tabla 6. Biomasa generada por las plantas de acuerdo con el material de cubierta utilizado (10-6-03).

Parámetros medidos	Tratamientos					
	M1	M2	M3	T1	T2	T3
Longitud total de la planta (m)	3,50 a	3,90 a	3,66 a	3,40 a	3,57 a	3,50 a
Longitud de la zona deshojada (m)	1,66 a	1,46 a	1,36 a	1,35 a	1,44 a	1,45 a
Peso seco (g)	1876 ab	1786 a	1982 b	2621 d	2308 c	2448 cd
Peso fresco (g)	436 b	288 a	338 ab	536 c	480 bc	522 c

Letras minúsculas diferentes en las filas indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Duncan ($P < 0.01$).