

# COMPORTAMIENTO DE UN CULTIVO DE PIMIENTO SOMETIDO A DIVERSOS SISTEMAS DE SOMBREO

J. LÓPEZ-MARÍN  
A. GÁLVEZ  
C. M. RODRÍGUEZ  
A. GONZÁLEZ

Departamento de Hortofruticultura. IMIDA. Murcia

J. A. FERNÁNDEZ  
J. OCHOA

Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena

## RESUMEN

El cultivo de pimiento en invernadero en la Región de Murcia necesita sistemas que modifiquen la incidencia de las condiciones ambientales que se producen en el interior del invernadero en el último tercio de su ciclo de cultivo, en los primeros meses de verano.

Entre los sistemas utilizados en la actualidad, el pintado o la colocación de pantallas o mallas de sombreo, ocupan un lugar importante. La respuesta observada en la planta en cada uno de estos casos puede ayudarnos a decidir el empleo de uno u otro sistema, aunque en algunos casos el tipo de estructura del invernadero de que se disponga puede ser un factor limitante.

Para observar mejor el comportamiento de la planta se ha estudiado la evolución de la temperatura y de la luz, así como de sus conductas vegetativa y productiva. En el ensayo realizado, comparando ambos sistemas de sombreo, los resultados obtenidos muestran mejor respuesta en los cultivos sombreados con relación a la del testigo, y dentro de éstos, con el material de cubierta pintado aunque la orientación y situación de los módulos dentro del conjunto del invernadero pueden haber influido.

**Palabras clave:** *invernadero, radiación, temperatura, pintado, pantalla sombreo.*

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del cultivo protegido es obtener producciones de alto valor añadido (hortalizas, frutas, flores, y plantas ornamentales y de vivero). Uno de los factores limitantes más relevante de la actividad productiva hortícola es el clima. Entre estos, algunos de los más impactante para la producción hortícola se encuentran en la falta de radiación solar, la temperatura insuficiente o excesiva, y el exceso o falta de humedad (Castilla, 2004).

Las condiciones de humedad y temperatura en un invernadero plástico son inadecuadas para poder cultivar con éxito durante los meses de alta radiación, pues procesos fundamentales para la producción, como la floración y el cuajado de los frutos se ven seriamente afectados por las temperaturas elevadas (Peet *et al.*, 1997).

En los invernaderos mediterráneos durante el período estival, cuando cultivos como el pimiento están en pleno desarrollo en el Sureste español, se generan condiciones climáticas limitantes, determinadas por excesos térmicos (Sanchez-Guerrero *et al.*, 2008).

Para reducir la radiación solar y atenuar la temperatura en un invernadero, entre otros medios, se utilizan pantallas térmicas aluminizadas con distintos grados de apertura para reducir parcialmente su incidencia (Castilla, 2004), mallas de sombreo interiores (Soriano *et al.*, 2006) y encalado de cubiertas con aplicación de pinturas compuestas por carbonato de calcio (López-Marin *et al.*, 2007).

El objetivo de este trabajo fue evaluar en un cultivo de pimiento en un invernadero compartimentado, protegido con diferentes sistemas de sombreo, la variación ambiental del recinto de cultivo en cuanto a temperatura y radiación, y en las plantas, su comportamiento vegetativo, conducta productiva y el estado hídrico de éstas en distintos momentos del ciclo de cultivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un invernadero de 750 m<sup>2</sup>, construido en la Finca Experimental de Torreblanca del IMIDA, en Dolores de Pacheco, en el Campo de Cartagena. El invernadero es multimodular, cada modulo está separado por una pared plástica de polimetacrilato, tiene ventilación independiente, y está formado por un arco simple y presenta una superficie de 240 m<sup>2</sup> (8 m ancho x 30 m longitud).

### Tratamientos de sistemas de sombreo

- Módulo 1: Polietileno termoaislante 200  $\mu$  de espesor (Testigo sin sombrear).
- Módulo 2: Polietileno termoaislante 200  $\mu$  de espesor. Pintado 31 de abril. (Encalado). El encalado hubo de ser repetido el 20 de junio, ya que lluvias puntuales, atípicas en la zona, lavaron parte de la capa inicial. Este segundo pintado se realizó a la misma dosis de la primera aplicación.
- Módulo 3: Polietileno termoaislante 200  $\mu$  de espesor. Pantalla de sombreo metalizada con apertura del 50%. 31 de abril (Pantalla).

El blanqueado de la cubierta se realizó utilizando una pintura blanqueante, comercializada como Blan Kop, y que esta compuesta por carbonato cálcico y pegamento pro-

cedente de resinas naturales, debiendo de tener una vida útil de 3 a 4 meses. Esta pintura presenta entre sus propiedades las de no dañar el material plástico de cubierta, ni a los elementos metálicos de la estructura a los que pueda llegar, debido a que se descompone y a estar micronizada, y por el contrario es resistente a la acción de los rayos ultravioleta. Su dosis de aplicación, según recomendación del fabricante de 125 k/ha fue la aplicada, una vez diluida al 25%, para proporcionar un sombreado medio elevado pero sin llegar al grado alto; se aplicó pulverizando en forma manual toda la cubierta de ese tratamiento.

Para realizar la caracterización climática se instalaron sondas de temperatura (Hobo RH/T), sondas de radiación fotosintéticamente activa (PAR) y un piranómetro para medir radiación global (Quantum, LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska), todas ellas colocadas a una altura de 1.5 m. y en cada uno de los módulos de cultivo

La variedad de pimiento utilizada fue tipo semilargo, variedad Herminio. La densidad de plantación fue de 2.5 plantas/m<sup>2</sup>, con un marco de 1.00 x 0.40 m. El trasplante se realizó el 12 diciembre dándose el cultivo por acabado el 18 de agosto. Las recolecciones se hicieron en verde, iniciándose el 7 de abril, 116 días después del trasplante. Dentro del invernadero se llevaron a cabo estrategias de lucha integrada con suelta de enemigos naturales, reduciendo al mínimo el control químico.

Para comprobar las posibles diferencias del desarrollo de las plantas, al dar por finalizado el cultivo, se hizo un muestreo destructivo el 15 de julio; para ello se muestrearon cuatro plantas completas elegidas al azar, por cada una de las cuatro repeticiones estudiadas en cada tratamiento de sombreado. En éstas se estudió la longitud de la planta, el número de hojas totales superiores a 1 cm de longitud, y el área foliar que representaron. Y en el aspecto gravimétrico se controlaron los pesos frescos y secos, de hojas y tallos. El área foliar se registró en cm<sup>2</sup>.plant<sup>-1</sup> con un medidor marca LI-COR, modelo LI-3100; y los pesos secos, tras colocar la materia fresca en bolsas de papel de estraza, en una estufa Blue M-Electric company a 65-70 °C durante 48 horas, hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente se determinó el peso seco total, en mg.plant<sup>-1</sup>, en una balanza electrónica.

También se controló el estado hídrico de las plantas, a través de su Contenido Relativo de Agua (CRA) y Potencial osmótico.

El análisis de la producción se llevó a cabo agrupando las ocho recolecciones realizadas en dos fases, las cuatro primeras relacionándolas con la producción Precoz y las cuatro segundas con la producción Tardía. Y cada una de éstas se descompuso en producción Comercial y Destrío, y a su vez en cada uno de estos conceptos se estimó el número total de frutos recolectados y su peso total. La producción Final, acumuló las producciones Precoz y Tardía.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente aplicándose el criterio LSD con un criterio de significación del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1, se puede apreciar que los dos sistemas de sombreado reducen la temperatura en relación al módulo sin sombreado, y que las temperaturas con ambas opciones son similares.

En cuanto a la radiación PAR y Global (figuras 2 y 3), a partir del día 31 de abril fecha en la que se encala un módulo y se despliega la pantalla, se aprecian diferencias

entre los sistemas de sombreado y el testigo, ya que se reducen ambas radiaciones. La limitación de la radiación es mucho mayor cuando se utiliza pantalla de sombreado al 50% de apertura, que con el encalado. Ante condiciones ambientales circunstanciales se hizo necesario dar un segundo pase de encalado. Apreciándose seguidamente incrementarse el porcentaje de sombreado, expresado por una reducción de las radiaciones global y PAR que penetraron en el invernadero (figuras 2 y 3).

En la tabla 1 se observa que los Contenidos relativos de agua (CRA) son superiores en los dos sistemas de sombreado a los del testigo, presentando diferencias significativas a nivel estadístico, lo que manifiesta una mayor pérdida de agua en los tejidos de las hojas cuando éstas se exponen directamente a la radiación solar.

En cuanto al potencial osmótico muestra como la planta está menos estresada en los dos sistemas de sombreado, observándose también diferencias significativas a nivel estadístico, aunque no son importantes (tabla 2). Lo cual mostraría un nivel más adecuado de absorción de las soluciones nutritivas del suelo, y por tanto una mejor respuesta del cultivo.

Con respecto al desarrollo de la planta controlado en el muestreo destructivo (tabla 3), son más altas las que se encuentran en el tratamiento con sombreado con pantalla, aunque sus diámetros y altura a la primera cruz son inferiores al resto de tratamientos, por lo que parece que se elongan con la falta de radiación repercutiendo en otras magnitudes, debiendo considerarse una revisión de la fertilización en este tratamiento. La plantas en el módulo con la pantalla de sombreado presenta mayor área foliar, sin embargo menor número de hojas; esto es debido a que el limbo de la hoja es mayor en la pantalla de sombreado.

Los pesos frescos alcanzados en las hojas y tallos de las plantas cultivadas bajo sistemas de sombreado, son superiores a los de las plantas del testigo (tabla 4), sin embargo no ocurre lo mismo con respecto al peso seco, esto se debe a que las hojas del testigo se encuentra más lignificadas, posiblemente producido por una constante mayor pérdida de agua en el mesófilo (tabla 4).

Las producciones totales, en relación con el peso recolectado (tabla 5), en el período Precoz es superior en el módulo testigo sin sombreado al de los cosechados en aquellos con reducción de la radiación, aunque es inferior en el período Tardío. Sin embargo, en el número de frutos recolectados, ya en el mismo período Precoz no se manifiesta de igual manera (tabla 5); apareciendo en ambas situaciones, de peso y número de frutos totales, diferencias significativas a nivel estadístico.

En el caso de la producción Comercial (tabla 6), tampoco sucede lo mismo, y es el tratamiento con encalado el que mejores magnitudes presenta a nivel de producción Final, lo que igualmente se manifiesta a nivel estadístico.

Y si es el caso del Destrío el que se analiza, se observa que también hay una menor incidencia del número de frutos en los tratamientos sombreados que en el testigo bajo la radiación solar directa (tabla 7).

La producción Comercial en peso es similar entre todos los tratamiento en su fase Precoz, mientras que en el testigo desciende en la Tardía, debido al exceso de las condiciones ambientales existentes (figura 4). En cuanto al número de frutos se da una casuística parecida, en la producción Final se manifiesta claramente el descenso de producción del testigo motivado por las condiciones extremas en las que se desarrolla el cultivo. Y con respecto al Destrío, en el testigo hay mayor cantidad, y esto va en consonancia con la reducción de la producción comercial. Los menores efectos de la radiación con el uso de la pantalla de sombreado, se traducen en una reducción en el Destrío, tanto en peso como en número total de frutos (figura 5).

Finalmente, el rendimiento es menor en el testigo, y el mayor se consigue en el encajado (figura 6).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- CASTILLA, N. (2004). Invernaderos de Plástico. Tecnología y manejo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; GARCÍA-ALONSO, Y.; ESPÍ, E.; SALMERÓN, A.; FONTECHA, A.; REAL, A.I. (2007). Use of Cool Plastic Films for Greenhouse Covering in Southern Spain. Greensys (en prensa).
- MORALES, M.I.; HERNÁNDEZ, J.; SORIANO, M.T.; MARTÍNEZ, F.M.; ESCOBAR, I., BERENGUER, J.J.; CASTILLO, N. (2000). Optimización de la radiación en invernaderos mediterráneos para aumentar la calidad de las producciones. VII Jornadas del grupo de Horticultura de la SECH. Actas de Horticultura: 123-126.
- PEET, M.M.; WILLITS, D.H.; GARDNER, R. (1997). Response of ovule development and post-pollen production processes in male-sterile tomatoes of chronic, sub-acute high temperature stress. *J. Exp. Bot.*, 48 (306): 101-111.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al proyecto POI 07-004 de título “Mejora de la productividad y de la calidad de la producción de los cultivos hortícolas protegidos, inducidas por la multifuncionalidad de los materiales plásticos.

**Tabla 1.** Niveles del contenido relativo de agua (%) en hojas en los distintos tratamientos de sombreo en diversos momentos del cultivo

Días	Horas	Testigo	Encalado	Pantalla sombreo
8 julio	9:00	78,00 a	86,11 b	86,73 b
	12:30	80,35 a	88,06 c	84,92 b
29 julio	9:00	–	–	–
	12:30	77,10 a	77,36 a	78,60 a
7 agosto	9:00	85,08 a	88,97 b	88,74 b
	12:30	78,89 a	79,75	81,07
14 agosto	9:00	87,62 a	91,02 b	92,64 b
	12:30	75,37 a	84,95	82,88

**Tabla 2.** Determinación del potencial osmótico en hoja de los distintos tratamientos de sombreo (en MPa)

Días	Horas	Testigo	Encalado	Pantalla
8 julio	9:00	-1,58 a	-1,32 b	-1,54 a
	12:30	-1,47 a	-1,09 b	-1,12 b
29 julio	9:00	–	–	–
	12:30	-1,40 a	-1,07 b	-1,40 a
7 agosto	9:00	-1,36 a	-0,87 c	-1,09 b
	12:30	-1,22 a	-1,09	-1,04
14 agosto	9:00	-1,06 a	-0,82 b	-0,95 ab
	12:30	-1,42 a	-1,13 b	-1,23 b

**Tabla 3.** Magnitudes finales del desarrollo vegetativo de la planta

Tratamiento	Diámetro (mm)	Longitud planta (cm)	Longitud 1ª cruz (cm)	N.º hojas	Clorofila	Área foliar (cm²)
Testigo	24,97 b	200,88	25,16 b	739,13 a	61,6 b	24480,2 a
Sombreo	24,36 b	200,63	25,13 b	775,25 ba	55,3 a	27243,3 b
Pantalla	22,70 a	205,06	23,31 a	842,75 b	59,3 b	26303,8 bc

**Tabla 4.** Valoración gravimétrica del sistema aéreo a la finalización del cultivo

Tratamiento	PF Hojas	PS Hojas	PF/PS Hojas	PF Tallo	PS Tallo	PF/PS Hojas
Testigo	653,21 a	140,15 c	4,96 a	1303,2 a	246,26 a	5,55 a
Sombreo	754,25 b	111,75 a	7,09 b	1574,2 b	228,86 a	6,98 b
Pantalla	745,36 b	125,95 b	5,70 ab	1442,2 ab	320,95 b	5,37 a

**Tabla 5.** Distribución en peso y número de frutos de las producciones parciales y final

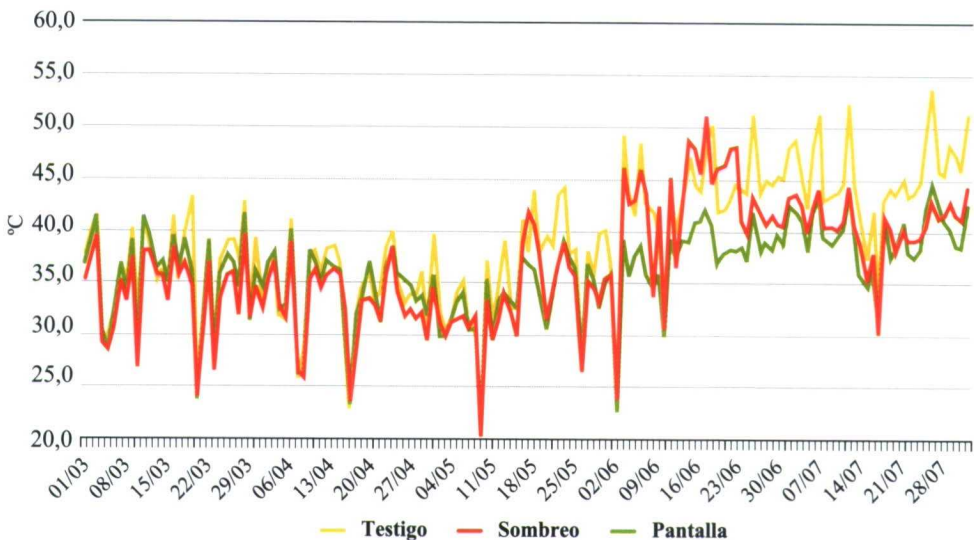
Tratam.	Producción (kg)			Producción (n° frutos)		
	Precoz	Tardía	Final	Precoz	Tardía	Final
Testigo	441,63	138,19 c	579,82 c	2055	891 c	2946 c
Sombreo	421,98	288,10 a	710,08 a	1944	1772 a	3716 a
Pantalla	410,58	211,28 b	621,86 b	2080	1382 b	3462 b

**Tabla 6.** Producciones comerciales, en peso y número de frutos en los diversos períodos productivos

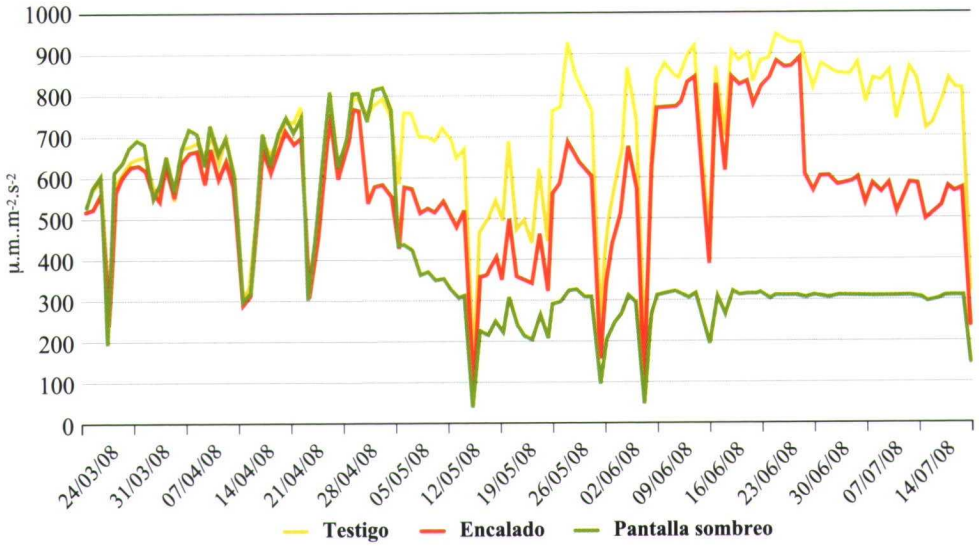
Tratam.	Producción (kg)			Producción (n° frutos)		
	Precoz	Tardía	Final	Precoz	Tardía	Final
Testigo	409,08	99,46 c	508,54 c	1891	567 c	2458 b
Sombreo	411,23	250,81 a	662,04 a	1877	1486 a	3363 a
Pantalla	397,35	192,38 b	589,73 b	2000	1226 b	3226 a

**Tabla 7.** Destrío, en peso y número de frutos en los diversos períodos productivos

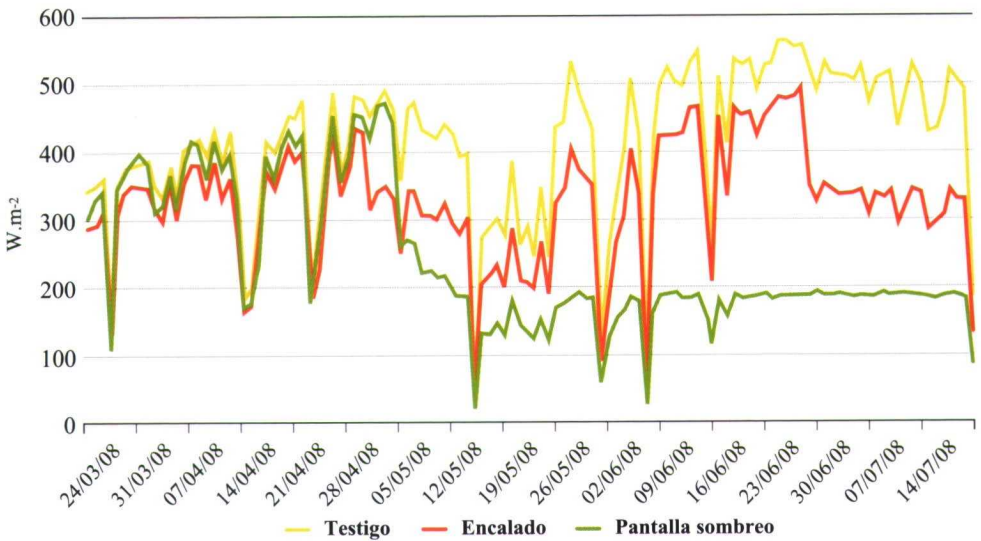
Tratam.	Producción (kg)			Producción (n° frutos)		
	Precoz	Tardía	Final	Precoz	Tardía	Final
Testigo	32,55	38,73	71,28	164	324	488
Sombreo	10,75	37,29	48,04	67	286	353
Pantalla	13,23	18,90	32,13	80	156	236



**Figura 1.** Variación de la temperatura durante el ciclo de cultivo en los distintos sistemas de sombreado. Período marzo a julio

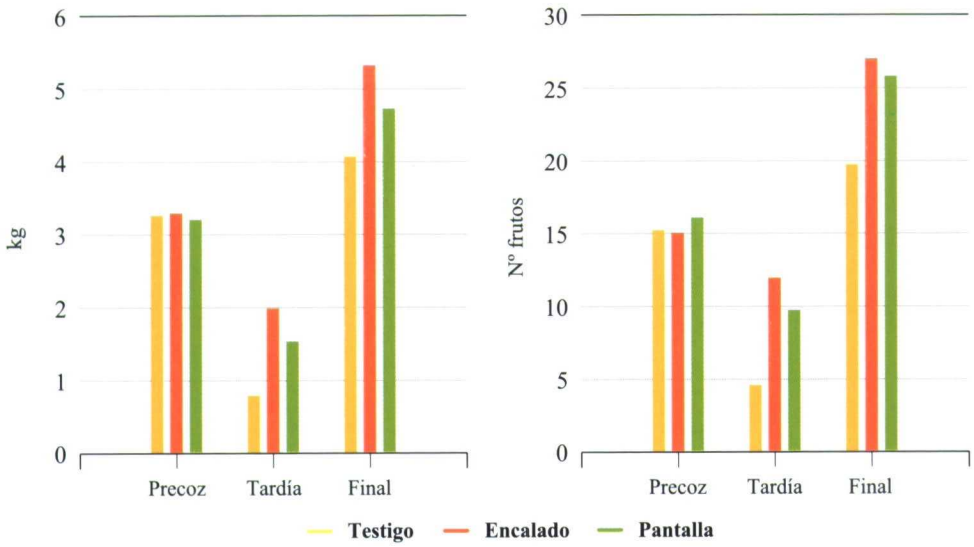


**Figura 2.** Fluctuaciones de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) durante la fase final del ciclo de cultivo, en los diferentes sistemas de sombreo. Período marzo a julio

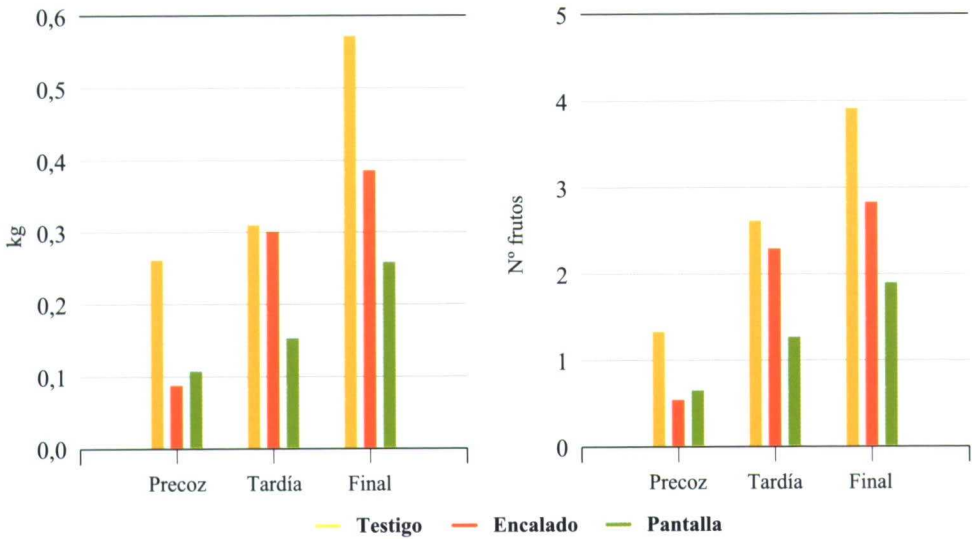


**Figura 3.** Fluctuaciones de la radiación global durante la fase final del ciclo de cultivo, en los diferentes sistemas de sombreo. Período marzo a julio

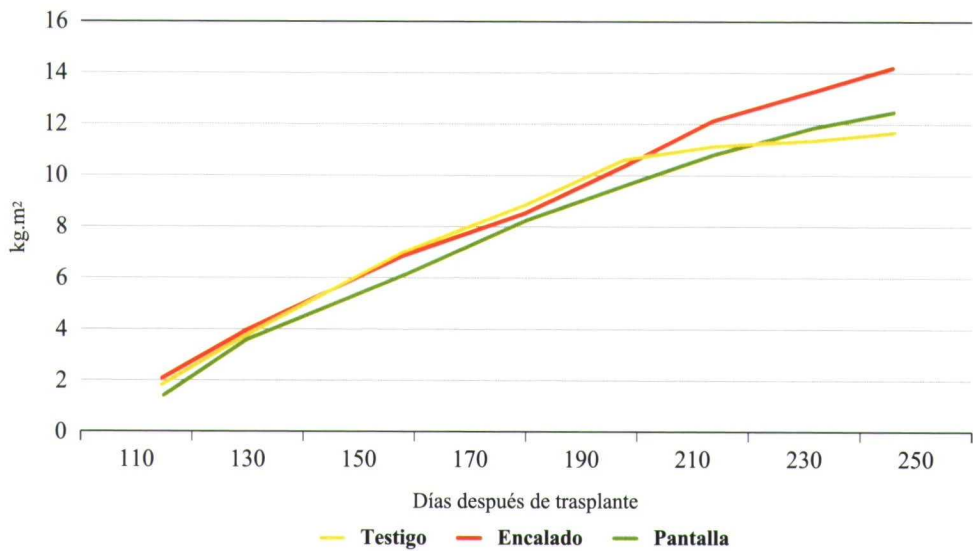




**Figura 4.** Distribución de las Producciones Comerciales Precoz, Tardía y Final, en peso y numero de frutos



**Figura 5.** Distribución del Destrío en las Recolecciones Precoz, Tardía y Final, en peso y número de frutos



**Figura 6.** Rendimientos acumulados de los distintos tratamientos de sombreo de las recolecciones realizadas