Estudio de la rentabilidad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero con el uso de sombreo

J. López-Marín[1,*], I. Porras[2], C. Ros[3] y J.M. Brotons-Martínez[4]

[1] Departamento de Hortofruticultura, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, Calle Mayor s/n. 30150, La Alberca, Murcia
[2] Departamento de Citricultura y Calidad Alimentaria, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, Calle Mayor s/n. 30150, La Alberca, Murcia
[3] Departamento de Biotecnología y Producción de Cultivos, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, Calle Mayor s/n. 30150, La Alberca, Murcia
[4] Departamento de Estudios Económicos y Financieros. Universidad Miguel Hernández, Avda. de la Universidad, s/n, 03292, Elche, Alicante

Resumen

Las altas temperaturas en los invernaderos durante el verano producen una reducción en el cuajado de los frutos de pimiento (*Capsicum annuum*) y como consecuencia un descenso del rendimiento y de la calidad de las producciones. Otro de los efectos que producen estas altas temperaturas son desordenes fisiológicos, como es el caso del soleado (*sunburn*). Para estudiar dichos efectos, se ha analizado el comportamiento productivo de un cultivo de pimientos realizado en tres invernaderos: uno sin ningún tipo de sombreo, otro con un encalado y el tercero con el uso protector de una pantalla térmica. Para ello, se controló la producción quincenalmente en los tres sistemas de cultivo y se valoró económicamente en función de los precios medios de mercado del periodo 2005 a 2013. La mayor rentabilidad se alcanzó con el uso de la pantalla térmica. Por su parte, el estudio de los rendimientos semanales muestran que el rendimiento va decreciendo en las últimas semanas y que en el caso de la pantalla de sombreo el cultivo se puede alargar 3 semanas más, hasta la primera quincena de septiembre.

Palabras clave: Cultivo protegido, VAN, pantallas, rendimiento.

Abstract
Study of the performance of sweet pepper (*Capsicum annuum*) crop in greenhouses with the use of shading

High temperatures in the greenhouse during the summer produce a reduction in fruit set of sweet pepper (*Capsicum annuum*) and consequently a decrease in performance and the quality of the productions. The high temperatures produce physiological disorders, such as sunny (*sunburn*). To study these effects, were analyzed the growth performance of growing peppers in three greenhouses; namely without shade, whitewashed and with screen shading. The production was monitored every 15 days in three cropping systems and economically evaluated according to the average market prices for the period 2005 to 2013. The greatest economic performance was achieved with the use of the screen shading. Mean-

* Autor para correspondencia: josefa.lopez38@carm.es
http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.004

while, the study of weekly returns show that the performance is decreasing in recent weeks and if the screen shading the crop can be extended for 3 more weeks, until the second week of September.

Key words: Crop protection, VAN, screen, performance.

Introducción

A nivel mundial, el pimiento, junto con el tomate, es el cultivo que más superficie ocupa dentro de las especies que se realizan en cultivo protegido. El cultivo de pimiento se realiza casi en su totalidad en superficie protegida bajo invernadero destinándose su producción al consumo en fresco.

El primer país productor de pimiento en el mundo es China con 16.000.000 toneladas, España se encuentra en el sexto lugar con 1.023.700 toneladas, de las cuales se exportan 511.340 toneladas, siendo la segunda a nivel de exportación tras Holanda (FAOSTAT, 2014).

El cultivo del pimiento en invernadero en España se localiza mayoritariamente en el Levante y Sureste peninsular. Las provincias con mayor superficie en 2010-2011 fueron Almería (7.300 ha), Murcia (1.450 ha), Málaga (580 ha), Granada (300 ha), Alicante (250 ha), A Coruña (200 ha), etc., estando registrado el cultivo protegido de pimiento en las estadísticas de 12 comunidades autónomas. La provincia de Almería es la mayor productora de pimiento para exportación y centra su producción principalmente durante los meses de otoño-invierno es decir de septiembre a marzo. En la Región de Murcia se inicia el periodo de comercialización de la producción a partir de marzo. En abril, comienza la comercialización del pimiento holandés, tradicionalmente con elevadas calidades, y que comparte periodo y mercado con España (Fernández-Zamudio *et al*., 2006).

El pimiento en esta zona murciana forma parte de una horticultura intensiva muy tecnificada, moderna y competitiva, con alta proyección a la exportación a Europa. Las exportaciones desde la región de Murcia se destinan principalmente a Alemania, Francia y Austria.

Actualmente la producción y comercialización del pimiento se encuentran muy condicionadas en los aspectos económicos, medioambientales, de la calidad y seguridad alimentaria, y ello se puede recoger en la problemática siguiente:

- Unos costes de producción elevados, debidos en gran parte a la inevitable necesidad de mano de obra.
- Los mercados se encuentran muy abastecidos, con riesgo de saturación y descenso de los precios.
- En la comercialización, sigue la concentración, y por tanto el dominio de la gran distribución.
- La Política Agraria Comunitaria, muy orientada en favor del medio ambiente y la biodiversidad, ante la degradación de los sistemas agrarios y la contaminación. A esto se le añade el aumento de la sensibilización por parte de los consumidores de la sanidad de los cultivos.

Tal y como se observa en la Tabla 1, en España se ha experimentado una ligera reducción de la superficie cultivada a lo largo de los años, lo que se ha reflejado en una pequeña caída de la producción, habiéndose sostenido los precios, lo que no ha sido óbice para que los rendimientos hayan seguido aumentando, gracias al mejor y mayor uso de las nuevas tecnologías, lo que así muestran las series históricas de las recientes estadísticas anuales (MAGRAMA, 2014).

Si tomamos como referencia la evolución de las exportaciones entre los años 1990 y 2012 (MAGRAMA, 2014) se puede comprobar un acusado crecimiento entre los años 1990 y 2003, en las que se triplicaron las exportaciones (datos no presentados), produciéndose una cierta estabilización en los años posteriores. Lo que se aprecia es una disminución del precio medio recibido por el agricultor que ha ido cayendo desde el año 2008 anualmente, alcanzando el máximo en 2004 con 86,36 €/100 kg, siendo el precio en el año 2012 de 61,17 €/100 kg (Tabla 1).

Tabla 1. Evolución de la superficie de pimiento, rendimientos, producción, precio medio percibido por los agricultores y valores de la producción
Table 1. Evolution of the surface, yield, production, average price received by farmers and production value of sweet pepper crop

Año	Superficie (miles ha)	Rendimiento (qm/ha)	Producción (miles t)	Precio medio (€/100kg)	Valor (miles €)	Exportación (miles t)
2002	23,0	460	1.056,8	60,39	638.180	432,5
2003	22,4	472	1.056,2	78,23	826.251	429,3
2004	22,7	473	1.075,5	86,36	928.810	395,4
2005	23,7	448	1.060,4	67,86	719.562	429,3
2006	23,7	484	1.147,8	69,11	793.227	477,8
2007	21,8	485	1.057,5	85,24	901.441	679,8
2008	18,7	491	918,1	84,76	778.215	435,2
2009	18,9	491	929,3	69,99	650.429	465,2
2010	18,0	486	873,0	83,80	731.583	446,3
2011	17,6	522	918,5	66,14	607.528	511,3
2012	17,4	556	970,3	61,17	593.530	560,2

Fuente: MAGRAMA, 2014.

Aunque España ha competido favorablemente con otros países europeos, actualmente otros países del área mediterránea están presionando los mercados de la Unión Europea.

El análisis de precios, con series de larga duración, es fundamental para basar la decisión empresarial sobre adopción de tecnología a partir de una información más amplia y no en función de una coyuntura, o corto periodo, favorable o desfavorable en la retribución de los productos.

El análisis que presentamos se ha desarrollado con el fin de determinar la evolución de la situación económica del pimiento a través del comportamiento de los precios percibidos por el agricultor durante la campaña, e identificación de las técnicas y los elementos del invernadero más relacionados con los precios de los productos.

Precios más competitivos de otros países, como Marruecos y Turquía, están originando que el cultivo del pimiento en el sureste es-

pañol no sea tan rentable como hasta hace unos pocos años. Mano de obra más barata, condiciones laborales precarias, autorización por parte de la Comunidad Europea del uso de ciertos plaguicidas en los países terceros, que tiene prohibido su uso en ella, etc., están desequilibrando poco a poco la balanza en favor de dichos países emergentes. Todo esto hace que el precio final del producto sea incluso menor a los costes de producción del sureste español.

Es por ello muy importante reducir los insumos y conseguir productos de calidad, que aumenten los rendimientos de los cultivos. Cabe destacar la elección del tipo de invernadero, y su tecnificación. En el Sureste Español, concretamente en el Campo de Cartagena y Sur de Alicante, el orden de prioridad por tipos de invernaderos que se construyen, en primer lugar correspondería a los de cubierta plana simétrica, seguidos de los "multicapilla" (batería de capillas clásicas), para terminar en los tipo "multitúneles" (batería de túneles de techumbre curvada) (López-Marín *et al*., 2013a). En estos tipos de invernaderos se cultiva pimiento, cuyo ciclo de cultivo se desarrolla desde diciembre hasta finales de julio o principios de agosto, y la producción se centra desde finales de marzo hasta mitad de agosto mayoritariamente. Es en estos meses de producción cuando la radiación es máxima produciendo desórdenes fisiológicos (soleado, manchado y *blosson end rot*, etc.) en planta y frutos (López-Marín *et al*., 2013b). Para evitar estos desordenes fisiológicos y aumentar la calidad del futo, se utilizan distintos sistemas de sombreo: pantallas térmicas, mallas de sombreo y aplicación de productos (aditivos) en la cubierta (Samaniego-Cruz *et al*., 2002; López-Marín *et al*., 2008, 2011, 2012; García *et al*., 2011).

El uso de pantallas y encalado puede reducir la entrada de la radiación durante el día, reduciendo la carga de calor en los invernaderos y ayuda a mantener la humedad alrededor de las plantas, así como reducir el estrés de estas últimas (Castilla y Montero, 2008; López-Marín *et al*., 2011). El encalado o blanqueo de la cubierta al igual que la pantalla de sombreo reflejan la radiación incidente (Soriano *et al*., 2004). El blanqueo es una práctica muy usual en el cultivo de pimiento en la zona del sureste español, donde se utiliza en un 85-90% de los invernaderos.

El aumento de la producción usando pantallas o encalado, lleva aparejado diversos costes a los que el productor habrá de hacer frente. En el caso de las "pantallas" habrá de afrontar una cuantiosa instalación, y unos costes de energía anuales, aunque su vida útil es bastante elevada (15 años).

Por su parte el encalado, de coste muy inferior, habrá de realizarse anualmente. La duración del mismo depende de las características de la solución empleada (aditivos) y de la lluvia, que puede lavarlos (Castilla, 2005). Dado el régimen de lluvias para el área objeto de estudio, se ha considerado que cada tres años, habrá que hacer frente a un encalado adicional cuyo coste, el año en que se produce, es similar al encalado anual que se realiza a principio de campaña.

El objetivo de este trabajo es por una parte calcular la rentabilidad anual de cada uno de los sistemas de sombreo y por otra determinar la rentabilidad de cada una de las recolecciones en el periodo estudiado para poder fijar hasta cuando se deben mantener para optimizar el beneficio de la explotación.

Material y métodos

Los ensayos se han llevado a cabo en la finca experimental Torreblanca, del IMIDA, geográficamente situada a 37º45′ de longitud norte y 0º59′ de latitud oeste, en la comarca del Campo de Cartagena, distante a unos 4 km del litoral del Mar Menor. Las plantas de pimiento tipo lamuyo utilizado han sido de

la variedad 'Herminio' (Syngenta Seeds, EE. UU.). Se realizaron dos años de ensayos con los distintos sistemas de sombreo; en el primero se trasplantaron las plantas el 5 de enero de 2011 y en el segundo el 3 de enero de 2012. La densidad de plantación fue de 100 cm entre líneas y 40 cm entre plantas, (25.000 plantas/ha). El cultivo fue llevado a cabo siguiendo las prácticas culturales comúnmente utilizadas para este tipo de pimiento. El primer año de ensayo finalizó el 12 de septiembre de 2011, y el segundo año el 20 de septiembre de 2012, y el número de recolecciones fue de 9 y 8 respectivamente.

Los experimentos se llevaron a cabo en 3 invernaderos independientes, no calefactados cubierto por polietileno de 200 micras. El invernadero 1 estaba cubierto por una pantalla térmica (Aluminet®), 40% de sombreo; el invernadero 2 estaba encalado y el invernadero 3 no tenía ningún sistema de sombreo. La pantalla térmica se puso en funcionamiento desplegándose, el primer año el 13 de mayo de 2011, y en el segundo año el 27 de abril, y se mantuvieron hasta el final del cultivo. El encalado se realizó el mismo día que el despliegue de pantallas.

Los pimientos se recolectaron en su punto óptimo de recolección en color verde, siendo pesados y clasificados en comerciales y no comerciales (soleados, podredumbre de tejido, etc.); los comerciales según la clasificación europea se clasifican en función de tamaño y peso en calibres GG, G y M (Tabla 2). Los no comerciales fueron descartados ya que no producían ningún beneficio para el agricultor.

Para la valoración de los tres sistemas de sombreo se utilizó el valor actualizado neto (VAN) teniendo en cuenta los costes medios de producción estimados y los precios medios del mercado para cada uno de los calibres. La información sobre costes medios se ha obtenido a partir de las encuestas realizadas a los agricultores de la zona. Por su parte, los precios medios del mercado se han obtenido a partir de la información facilitada por las alhóndigas de la zona y la información contenida en la página web de la Consejería de Agricultura de la Región de Murcia (CARM, 2014).

Tabla 2. Distribución de calibres comerciales del pimiento
Table 2. Distribution of commercial calibers of sweet pepper

Calibre	Tamaño (mm)	Peso (g)
GG	80-110	170-250
G	70-90	135-170
M	60-80	95-135

Nota: GG: más grande G: grande, M: mediano.

Por otra parte, y a fin de obtener una mejor comprensión de los costes se ha obtenido el rendimiento anualizado. Aunque se suponen que los cobros son anuales y constantes, existen muchos pagos que son plurianuales, como el montaje del invernadero (que se realiza en el momento inicial), los derivados del cambio del plástico (cada tres años), o la instalación del goteo (cada 8 años). Por ello a partir del VAN anterior se obtiene el rendimiento neto anualizado (NY):

$$NY = \frac{VAN \cdot i}{1-(1+i)^{-R}} \quad [0]$$

donde VAN es el valor actualizado neto, i es la tasa de descuento y R es la vida útil del invernadero.

Estos cálculos (VAN, NY) se repitieron para todos los precios de la serie histórica y se obtuvo para cada una de las tres modalidades de sombreo su desviación típica.

La tasa de descuento aplicable es el tipo de interés libre de riesgo más β veces una prima de descuento, que es la diferencia entre el rendimiento del Mercado y la tasa libre de riesgo i_{free}.

$$i = i_{free} + \beta\left(E(Rm) - i_{free}\right) \quad [0]$$

donde i_{free} es la tasa libre de riesgo, E(Rm) el rendimiento de mercado, y β es un parámetro del mercado. Para la tasa libre de riesgo, se ha utilizado el 2,83%, rentabilidad del Bono del Estado español a 10 años a fecha 29 de mayo de 2014 (Banco de España, 2014).

Para obtener la tasa de descuento, debe añadirse una prima de riesgo a este valor. La literatura este respecto es bastante abundante, y queremos destacar a Fernández *et al*. (2011) que entrevistó a directivos, analistas y profesores universitarios, y obtuvo un intervalo bastante amplio. La mediana para profesores y directivos fue del 5,5%, mientras que para analistas fue del 5,0%. Por su parte, diversos estudios como los de Dimson *et al*. (2007), Shiller (2000), Wilson y Jones (2002), Damodaran (2002), Brotons y Terceño (2010), Siegel (2005) y Fernández (2009) estiman una prima de riesgo entre el 4,2 y el 8,5%.

La tasa libre de riesgo es del 2,83%, mientras que la prima de riesgo, obtenida a partir de la bibliografía citada, toma el valor medio, 6,35%. Por su parte, la β del sector alimentación y bebidas de la Bolsa de Madrid (2013) es 0,3951. De esta forma, la tasa de descuento aplicable es del 5,34%.

Por su parte, para determinar la duración óptima del periodo de recolección se procedió a estimar los ingresos y costes de cada recolección. Los ingresos se estimaron a partir de los kilos recolectados multiplicados por su precio de mercado. En cuanto a los costes, se clasificaron en fijos y variables, atendiendo a su naturaleza una vez que se inicia el periodo de recolección. De esta forma, un coste que en principio es variable como el gasto en semillas (depende del tamaño de la plantación) se convierte en fijo, ya que en ese momento ya no se puede modificar variando el periodo de recolección.

A fin de analizar si las medias de los rendimientos obtenidos se podían considerar positivas en función de los precios de los distintos años, se utilizó el test de Student con un nivel de significación del 5%.

Resultados y discusión

Dado que uno de los objetivos del presente artículo es el cálculo de los márgenes de cada recolección a fin de determinar el momento de la última recolección, se estudiaron primero los ingresos por hectárea de la explotación, a continuación, los costes y por comparación entre ambos, se obtendrán los rendimientos.

Ingresos

Tanto los ingresos anuales como los de cada recolección se obtienen multiplicando los precios de mercado por la producción obtenida. La Figura 1 muestra la evolución de los precios por calibres durante las distintas semanas del año y sus correspondientes desviaciones típicas.

Como puede comprobarse en la Figura 1, existe una gran dispersión anual de precios percibidos por el agricultor. Se suceden años en los que todas las semanas presentan precios elevados con semanas en las que los precios son bastante bajos. En las semanas 18 y 19 los valores obtenidos son los más altos de todo el ciclo productivo, llegando en calibre GG hasta 1,1 € kg^{-1}, y siendo la media de los calibres GG, G y M de unos 0,70 € kg^{-1}. El precio medio va bajando hasta la semana 23 que llega a los 0,50 € kg^{-1} y desde la semana 24 hasta la 32 el precio medio se encuentra entre 0,50 y 0,40 € kg^{-1}. Las primeras semanas se obtienen mayores rendimientos, debido a que hay mayor demanda en el mercado, el precio se mantiene en la semanas 24 a la 32, sin embargo a partir de la 33 los precios bajan, al disminuir la calidad en la producción y obtenerse pimientos de otras zonas con mejor calidad.

El análisis de los ingresos lo obtenemos a partir del producto de los precios semanales obtenidos (Figura 1) por la producción semanal real (Figura 2). Dicho producto nos reflejará los ingresos semanales del agricultor (Figura 5).

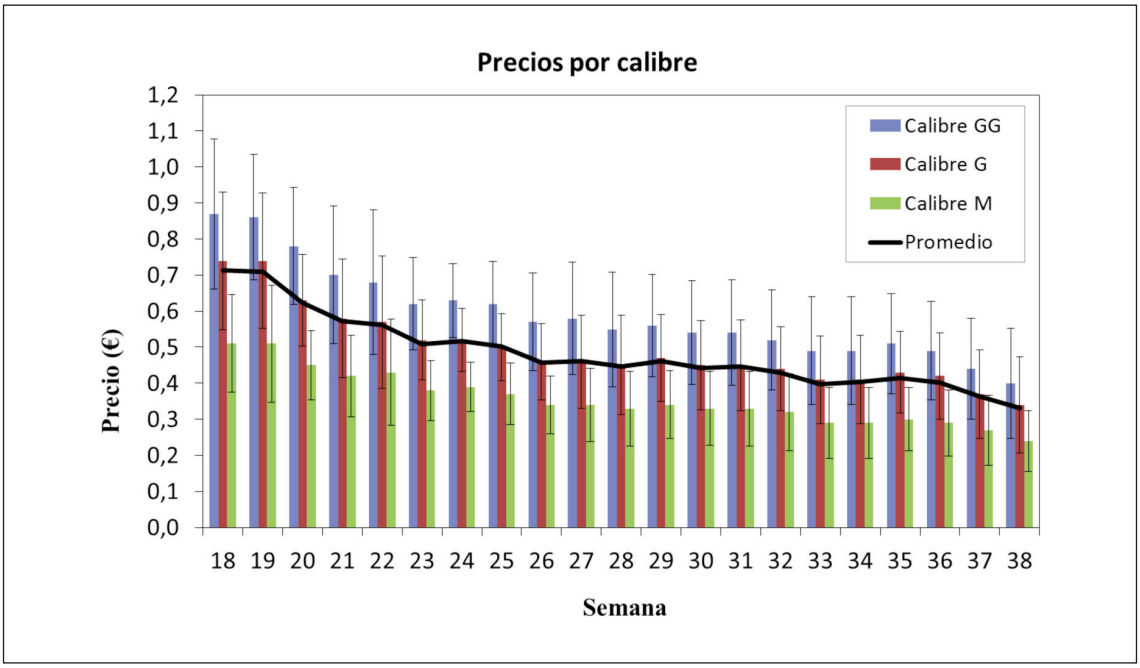


Figura 1. Evolución de los precios del pimiento según el calibre y el precio (medio ± desviación estándar) durante las semanas 18 a 38 para las campañas 2005-2013 (elaboración propia a partir de datos CARM, 2014). Calibres GG, G y M indican respectivamente más grande, grande, y mediano.
Figure 1. Price trends of sweet pepper according to calibre and average prices (mean ± standard deviation) from week 18 to week 38 for seasons 2005-2013 (own elaboration based on the data provided by CARM, 2014). Calibres GG, G and M indicate bigger, big and medium sized.

Por último, en la Figura 3 se muestra la producción total, comercial y no comercial promedio de las dos campañas objeto de estudio así como su desviación estándar. Se observan claras diferencias en la producción comercial entre los diferentes tratamientos siendo el más productivo el tratamiento con pantalla de sombreo. Sin embargo, en la producción no comercial la tendencia esta invertida, siendo el sin sombreo el que más producción comercial tiene, aunque no se observan diferencias significativas entre los tres tratamientos.

Costes de producción

Los costes de producción se pueden clasificar en costes anuales, y costes de proyección plurianual entre los que se incluyen los costes de montaje e instalación, los del plástico de vestir y los derivados de renovación de la instalación de riego.

Costes instalación y otros plurianuales

En este apartado se incluyen los costes por hectárea de estructura (76.959 €), entutorado (1.963 €), policarbonato (1.413 €) y montaje (23.559 €) todos ellos con una vida útil de 30 años. También se consideran otros gastos como los de instalación y renovación de la instalación del riego por goteo (cabezal y manga portagotero integrado autocompensante, entre otros) con 4.500 €, al que se le ha asignado una vida útil de 10 años. Por último, para el plástico

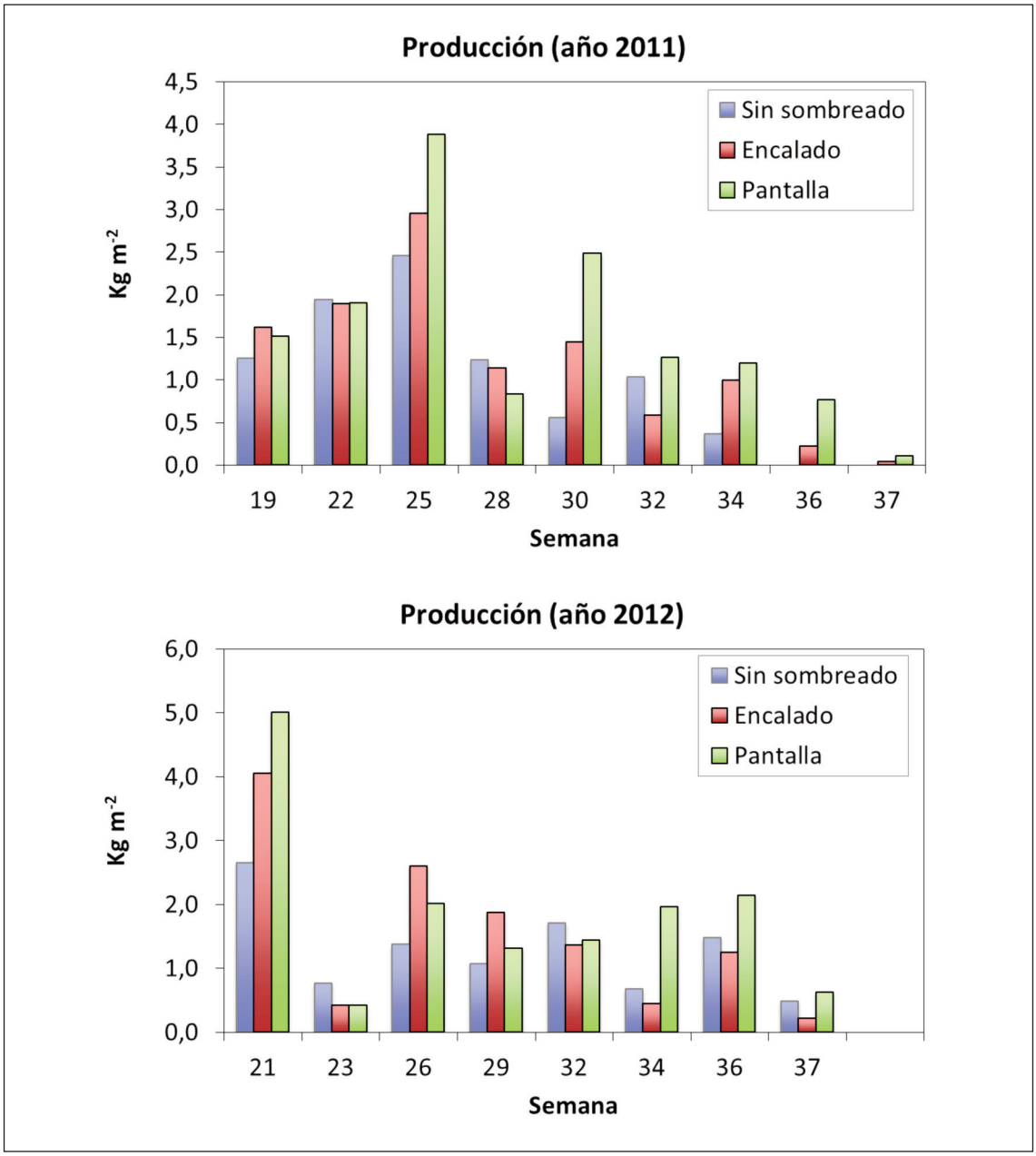


Figura 2. Evolución de la producción semanal de pimiento en invernadero sin ningún tipo de sombreo, con encalado y con pantalla térmica en las campañas 2011 y 2012.
Figure 2. Changes in weekly production of sweet pepper in greenhouses without shade, whitewashed and with screen shading for seasons 2011 and 2012.

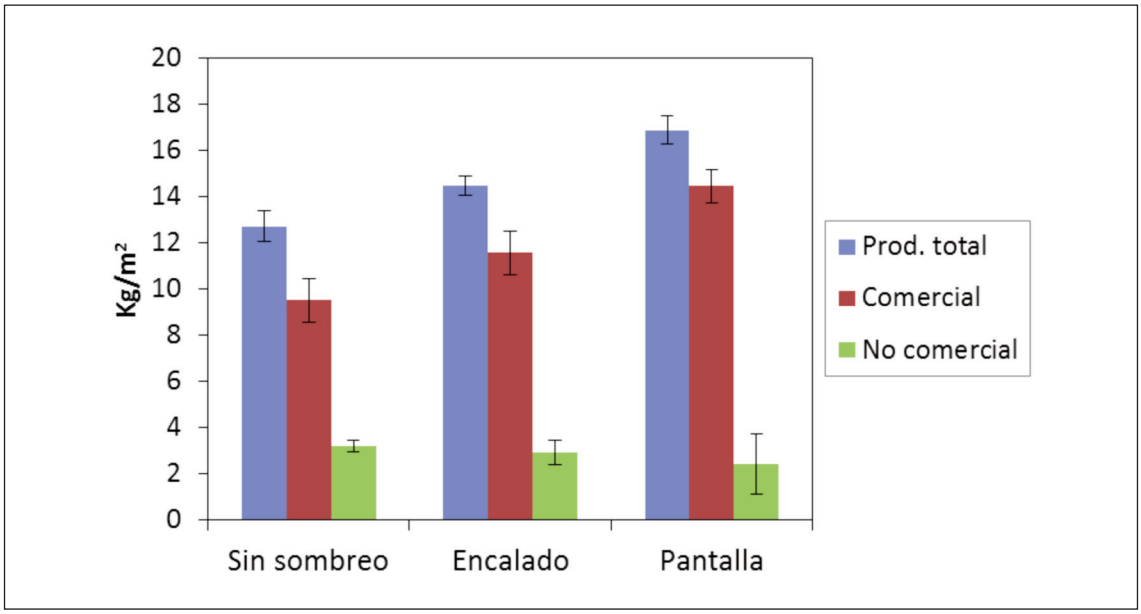


Figura 3. Producción total, comercial y no comercial (media ± desviación estándar) de pimiento en invernadero bajo ningún tipo de sombreo, con encalado y con pantalla térmica.
Figure 3. Total, commercial and unmarketable economic production (mean ± standard deviation) of sweet pepper in greenhouses without shade, whitewashed and with screen shading.

de vestir se ha considerado una sustitución cada 3 años y un costo de 7.500 €.

Por otra parte, el incremento de costes anuales por optar por la opción del encalado se incrementa en 260 € ha^{-1}. Además, y teniendo en cuenta el régimen de lluvias se estima que cada tres años de media habrá que realizar un encalado adicional, siendo su coste similar al del encalado anual.

Por último, los costes de instalación de las pantallas ascienden a 50.000 € ha^{-1} que se dividen en mano de obra (1,5 € m^{-2}) y materiales (3,5 € m^{-2}), habiéndose considerado una vida útil de 15 años.

Los costes de producción totales por hectárea (53.316 €) se clasifican en fijos (9.210 € 17,27%) y variables (44.106 €, 82,73%). Dentro de estos últimos los materiales ascienden a 20.051 (37,61%), la mano de obra a 13.145 € (24,65%) y la maquinaria propia a 1.700 € (3,19%). En los invernaderos con pantalla térmica, hay que considerar adicionalmente el coste de la energía para mover la pantalla, que asciende a 1.800 €. Los costes de abonado y riego semanales fueron desde la semana 18 a la 38: riego: 83,93 €, nitrato potásico: 23,46 €, fosfato monoamónico, 10,78 €, nitrato amónico: 26,15 € (entre semana 21 y 33, el resto nulo) y nitrato de calcio 8,35 €. Conviene tener presente que los elevados costes del agua vienen motivados por su escasez en la zona objeto de estudio.

Sin embargo, dado que uno de los objetivos del presente artículo es determinar el rendimiento de cada una de las recolecciones, la consideración de fijos y variables habrá de hacerse en función de los costes que sean evitables si el agricultor decide detener la producción. Así, una vez realizada la planta-

ción, la clasificación de un coste como variable hace referencia a los costes que el agricultor puede evitar si decide dejar de cultivar (Tabla 3).

El agricultor soportará dichos costes siempre que las expectativas de ingresos sean superiores a sus costes. Los costes variables son el producto de las unidades de reparto consumidas desde la última recolección por sus costes unitarios. Los costes variables considerados para sin sombreado y encalado han sido los de la Tabla 3 sin la energía, que se ha considerado en el supuesto de pantalla, y que implica un sobrecoste semanal de 47,37 €.

Hay que tener presente el hecho de que con el presente sistema de contabilización de los beneficios de cada recolección, aunque todas las recolecciones le resulten con beneficios, puede que estos no sean suficientes para cubrir todos los costes fijos de la explotación.

Tabla 3. Relación de costes variables, una vez iniciada la producción, con indicación del criterio de reparto, del número de unidades y el coste de cada unidad
Table 3. Variable cost relationship, once the production has started, with the expense allocation criteria, the number of units and the cost of each unit

Costes Variables	Importe (€)	Número unidades	Coste unitario
Materiales			
Agua de riego, hora	1.722	90,8	18,96
Plaguicidas, semana	2.640	38,0	69,47
Insectos auxiliares, semana	2.750	38,0	72,37
Nitrato potásico, aplicación	522	89,0	5,87
Fosfato monoamónico, aplicación	283	105,0	2,70
Nitrato amónico, aplicación	33	89,0	0,37
Sulfato de magnesio, aplicación	340	26,0	13,08
Nitrato de calcio, aplicación	142	34,0	4,18
Mano de obra			
Riegos, hora	540	90,8	5,95
Aplicación fitosanitarios, semana	1.230	38,0	32,37
Labores varias, semana	1.330	38,0	35,00
Entutorar, semana	2.120	38,0	55,79
Mantenimiento y reparaciones, semana	1.200	38,0	31,58
Recolección (prod > 2 kg m^{-2}), kg			0,06
Recolección (prod ≤ 2 kg m^{-2}), kg			0,08
Energía, semana	1.800	38,0	47,37

Rendimiento

En primer lugar, se ha obtenido el VAN y el valor anualizado de la producción en función de los costes y de los precios de mercado, repitiendo el proceso para los precios de los distintos años para los que se tiene información. En la Figura 4 se muestra el rendimiento medio, los costes de producción y la desviación típica de los ingresos en función de los precios de mercado para el periodo analizado. Como puede comprobarse, la producción de pimientos sin sombreado es deficitaria la mayor parte de los años. Los ingresos medios son inferiores a los costes, y sólo en contadas ocasiones, cuando los precios de mercado son muy elevados resultan rentables. En particular, el estadístico t de Student toma el valor -2.11 ($< t_{8, 0,05} = -1,86$), por lo que se puede afirmar que el rendimiento es negativo, para un nivel de significación del 5%. En encalado y pantalla el estadístico t toma valores superiores a -1,86 (0,173 en encalado y 0,995 en pantalla) por lo que se concluye que para un nivel de significación del 5%, el rendimiento es positivo.

Determinado el rendimiento anual, se estima el rendimiento de cada recolección, ya que la demanda de productos hortícolas como el pimiento, abarca todo el año y es necesario producir en ciclos continuos y conocer la rentabilidad del cultivo a lo largo de todo el ciclo. Para producir pimiento de calidad duran-

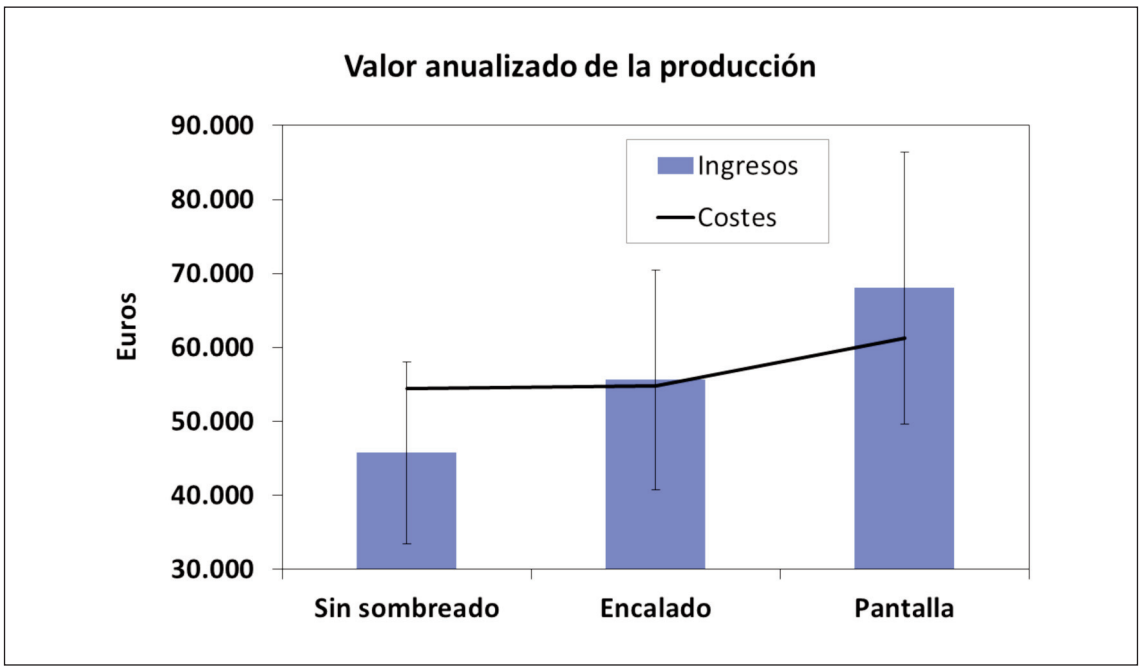


Figura 4. Valor anualizado de los ingresos (media ± desviación estándar) y de los costes del pimiento. Valores medios obtenidos a partir de los datos de producción de las campañas 2011 y 2012 y de los precios de las campañas 2005-13.

Figure 4. Annual production values of the revenues (mean ± standard deviation) and costs of sweet pepper. Values obtained from average production of seasons 2011 and 2012 and from prices of seasons 2005-13.

te el ciclo de cultivo conviene modificar las condiciones naturales en las distintas zonas productoras (Fernández-Zamudio *et al*., 2006). Es fundamental encontrar el nivel climático más adecuado para llegar al óptimo biológico de cada cultivo (Fernández *et al.* 2001a,b). Es por ello que en este trabajo se haya estudiado los sistemas de sombreo en condiciones de estrés y se valora su rentabilidad a lo largo de todo el ciclo semanalmente, para conseguir el mayor beneficio.

Dado que se dispone de la producción de dos años de estudio, en la Figura 4 se muestran los rendimientos de los años 2012 y 2013. Se indica, además, la desviación típica de los ingresos hipotéticos en los que se incurriría debido a la oscilación anual de precios de referencia (años 2005 a 2013). Como puede comprobarse, esta plantación es rentable hasta aproximadamente la semana 36, esto es, hasta mediados de septiembre.

El tratamiento sin sombreo, tiene una producción mayor de pimientos no comerciales (datos no presentados) debido a los frutos soleados. Se ha demostrado en otros trabajos sobre manzana (Glenn *et al*., 2002; Schrader *et al*., 2003) y en pimiento (López-Marín *et al*., 2012, 2013a,b), que este desorden fisiológico es causado por la alta radiación y las altas temperaturas.

El encalado aumenta la producción al principio de la campaña (Figura 5), pero al final, la recolección es menor, resultando que la última semana de cada campaña (semana 37), los gastos son mayores que los ingresos, para un nivel de significación del 5% de acuerdo con el test de Student. Sin embargo en la pantalla térmica se producen mayores ingresos al principio (Figura 5), y hasta la semana 36 los valores son positivos en los dos años de estudio, pero debido a los mayores costes de energía, hace que el rendimiento al final decrezca bastante, llegando a ser negativo en el primer año en la semana 37, para un nivel de significación del 5%.

En resumen,

1. En el invernadero sin sombreo hay muchas quemaduras en los frutos y la producción es baja, lo que no hace rentable el cultivo. El rendimiento anualizado medio por hectárea es de -8.647 €.
2. El uso de encalado permite obtener un rendimiento positivo medio de 861 €.
3. Con el uso de pantallas de aluminio, que reducen las temperaturas en el interior del invernadero, hace muy rentable el cultivo, aunque implica una considerable inversión, que no está al alcance de muchos agricultores. En concreto, mayores ingresos medios (68.044 €), y mayores costes anualizados de 61.943 € permiten obtener un rendimiento anualizado de 18.394 €.
4. Aunque en las dos campañas estudiadas, el rendimiento a partir de la semana 27 (principio de julio) es escaso, el valor de la producción es superior a los costes adicionales en los que ha de incurrir el agricultor.
5. En el caso de cultivo con pantalla de sombreo el cultivo se podría continuar hasta la semana 36 (primera quincena de septiembre), en el encalado habría que detener la recolección a finales de agosto.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del PO07-041 y PO07-04 del Programa Operativo de fondos FEDER (80%) de la Región de Murcia.

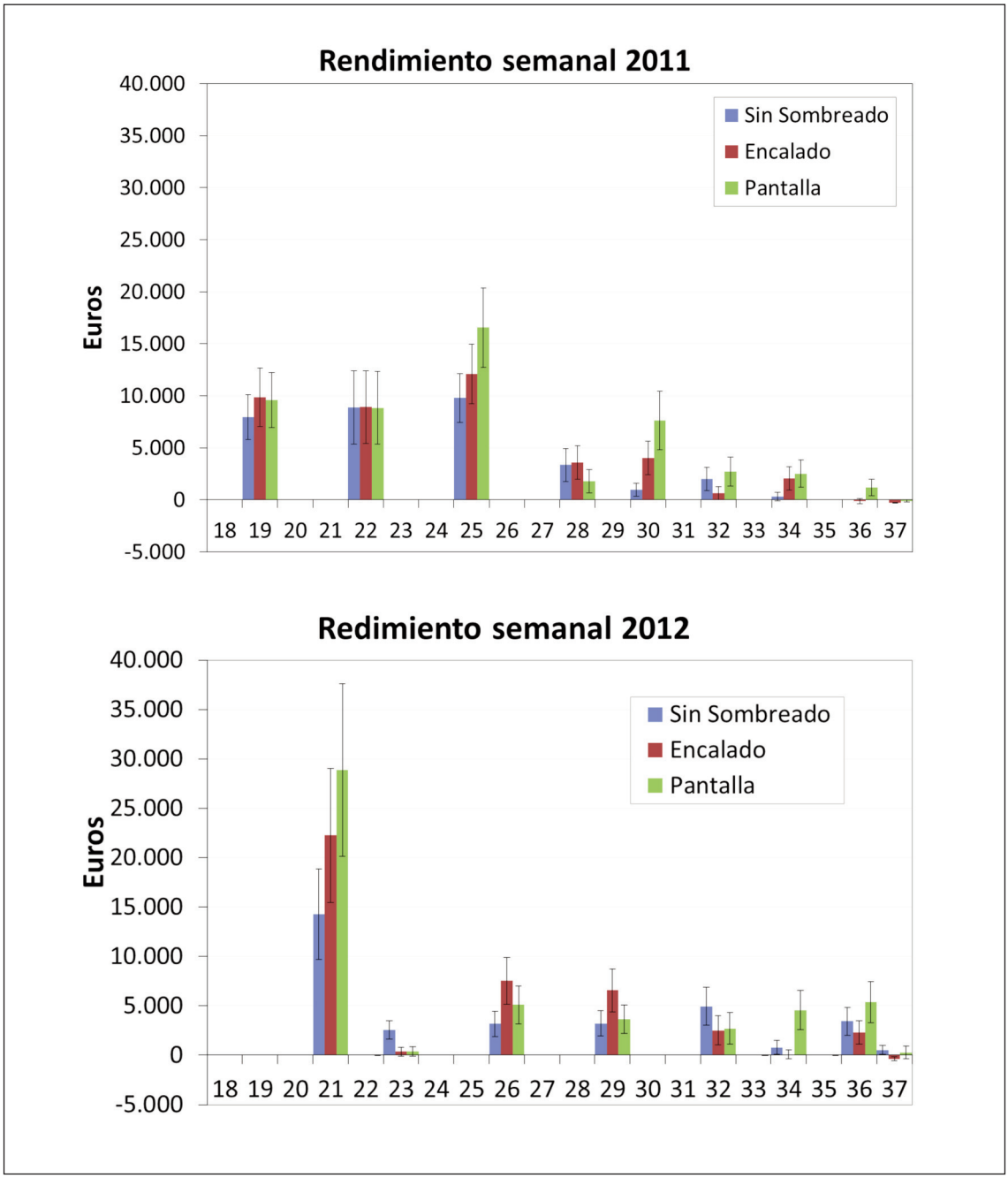


Figura 5. Rendimiento económico semanal (media ± desviación estándar) de pimiento en invernadero sin sombreado, encalado y pantalla en los años 2011 y 2012.
Figure 5. Weekly economic yield (mean ± standard deviation) of sweet pepper in greenhouses without shade, whitewashed and with screen shading for seasons 2011 and 2012.

Bibliografía

Banco de España (2014). Boletín del Mercado de Deuda Pública, año 26, número 6544 de 29 de mayo de 2014. http://www.bde.es/webbde/es/secciones/informes/banota/b140529.pdf (15 julio 2014).

Bolsa de Madrid (2013). http://www.bolsamadrid.es/docs/Sbolsas/InformesSB/Mensual.pdf

Brotons JM, Terceño A (2010). Risk premium in the Spanish Market: an empirical study. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research 1(44): 81-99.

Castilla N (2005). Invernaderos de Plástico. Tecnología y manejo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 462 pp.

Castilla N, Montero JI (2008). Environmental control and crop production in Mediterranean greenhouses. Invited lecture. Acta Horticulturae. 797: 25-36.

CARM (2014). Consejería de Agricultura de la Región de Murcia. https://caamext.carm.es/esamweb/faces/vista/seleccionPrecios.jsp (24 julio 2014.

Damodaran A (2002). Investment Valuation. 2ª ed., John Wiley & Sons.992 pp.

Dimson E, Marsh P, Staunton M (2007). The Worldwide Equity Premium: A Smaller Puzzle. En: Handbook of investments: Equity risk premium (Ed. R Mehra). Elsevier. 467-514.

FAOSTAT (2014). Estadística. http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx. (10 junio 2014).

Fernández JA, Martínez PF, Castilla N (2001a). Trends in greenhouse technology for improved climate control in mild winter climates. Acta Horticulturae 559: 161-167.

Fernández JA, Martínez PF, Castilla N (2001b) Modelling for present production problems in greenhouse horticulture in mild winter climates. Acta Horticulturae 559: 431-440.

Fernández P (2009). La prima de riesgo del mercado según 100 libros. IESE Business School–Navarra University. http://www.iese.edu/research/pdfs/di-0823.pdf. (10/6/2014)

Fernández-Zamudio MA, Pérez A, Caballero P (2006). Análisis económico de la tecnología de los invernaderos mediterráneos: aplicación en la producción del pimiento. Información Técnica Económica Agraria 102 (3): 260-277.

Fernández P, Aguirreamalloa J, Corres L (2011). Prima de riesgo utilizada en el mercado: encuesta 2011, Documento de investigación DI-921. Mayo 2011. IESE Business School. Universidad de Navarra. http://www.gruposca.com/userfiles/file/IESE%20prima%20de%20riesgo.pdf

García ML, Medrano E, Sánchez-Guerrero MC, Lorenzo P (2011). Climatic effects of two cooling systems in greenhouses in the Mediterranean area: External mobile shading and fog system. Biosystems Engineering 108: 133-143.

Glenn DM, Prado A, Erez A, McFerson J, Puterka GJ (2002). A reflective processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection and sunburn in apple. Journal of the American Society for Horticultural Science127: 188-193.

López-Marín J, González A, García-Alonso Y, Espí E, Salmerón A, Fontecha A, Real AI (2008). Use of Cool Plastic Films for Greenhouse Covering in Southern Spain. Acta Horticulturae 801: 181-186.

López-Marín J, Gálvez A, González A (2011). Effect of shade on quality of greenhouse peppers. Acta Horticulturae 893: 895-900.

López-Marín J, Gálvez A, González A, Egea-Gilabert C, Fernández JA (2012). Effect of Shade on Yield, Quality and Photosynthesis-Related Parameters of Sweet Pepper Plants. Acta Horticulturae 956:545-552.

López-Marín J, Angosto JL, y González A (2013a). El cultivo de pimientos en el Campo de Cartagena. Serie Monográfica. Tecnologías de Horticultura Mediterránea: Cultivo de pimiento. El cultivo de pimientos en el Campo de Cartagena. 59 pp.

López-Marín J, Egea-Gilabert C, González A, Pérez-Alfocea F, Fernández JA (2013b). Grafting is an efficient alternative to shading screens to alleviate thermal stress in greenhouse-grown sweet pepper. Scientia Horticulturae 149: 39-46.

MAGRAMA,(2014).Estadística. http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/ (10 junio 2014).

Samaniego-Cruz E, Quezada-Martin MR, De La Rosa-Ibarra, M, Munguía-López J, Benavides-Mendoza A, Ibarra-Jiménez L (2002). Tomato and bell pepper seedlings production under reflecting polyethylene covers to decrease temperature in greenhouse. Agrociencia 36: 305-318.

Schrader L, Zhang J, Sun J (2003). Environmental stresses that cause sunburn of apple. Acta Horticulturae 618: 397-405.

Shiller RJ (2000). Irrational exuberance. Princeton University Press. Princeton. Nueva Jersey.

Siegel JJ (2005). Perspectives on the Equity Risk Premium. Financial Analysts Journal 61(6): 61-71.

Soriano T, Montero JI, Sánchez-Guerrero MC, Medrano E, Antón A, Hernández J, Morales MI, Castilla N (2004). A Study of Direct Solar Radiation Transmission in Asymmetrical Multi-span Greenhouses using Scale Models and Simulation Models. Journal of Biosystems Engineering 88: 243-253.

Wilson JW, Jones CP (2002). An analysis of the S&P500 Index and Cowles's Extensions: Price Indexes and Stock Returns, 1870-1999. Journal of Business 75(3): 505-533.

(Aceptado para publicación el 8 de marzo de 2015)