

## Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso

J. López-Marín<sup>1,\*</sup>, A. Galvez<sup>1</sup>, I. Porras<sup>2</sup> y J.M. Brotons-Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Hortofruticultura, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Estación Sericícola, Calle Mayor s/n. 30150, La Alberca, Murcia

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> Departamento de Estudios Económicos y Financieros. Universidad Miguel Hernández, Avda. de la Universidad, s/n, 03292, Elche, Alicante

### Resumen

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero tiene una gran importancia en la Región de Murcia, con más de 1.700 hectáreas. El uso de injerto podría ser una manera eficaz de controlar las enfermedades transmitidas por el suelo, tales como *Phytophthora* spp. y *Meloidogyne incognita*, muy comunes en esta área. El objetivo de este trabajo fue estudiar la viabilidad económica y rentabilidad del cultivo de pimiento empleando la técnica del injerto. Para ello se utilizaron 3 portainjertos (Atlante, Creonte y Terrano) injertados con la variedad de pimiento 'Herminio' y se compararon con plantas de la variedad 'Herminio' no injertadas plantadas en suelo biodesinfectado con 4,5 kg/m<sup>2</sup> de estiércol de oveja y gallina (2:1, w/w) y suelo sin desinfectar. Se controló la producción y se valoró económicamente en función de los precios medios del observatorio de precios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente desde el 2004 al 2014. Los rendimientos en producción se analizaron mediante un análisis de sensibilidad con el método Monte Carlo. Los resultados obtenidos muestran que las plantas injertadas tienen una mayor producción, lo que permite obtener rendimientos positivos pero con costos superiores, cosa que no sucede en las variedades sin injertar (próximos a cero si se biodesinfectó el suelo y negativos si no se biodesinfectó). El análisis de sensibilidad permite concluir que los rendimientos obtenidos son positivos en más del 95% de las ocasiones en las variedades injertadas, mientras que en las sin injertar pero con el suelo tratado este no supera el 10% y en las plantas sin injertar y sin tratar sólo el 1% de las ocasiones el rendimiento es positivo. Se concluye que el portainjerto no solo aporta mejora sanitaria frente a nematodos, sino que aumenta la producción del cultivo y por lo tanto la rentabilidad obtenida.

**Palabras clave:** VaR, Monte Carlo, rendimiento, portainjertos, producción.

### Abstract

#### Pepper grafting (*Capsicum annuum*): Benefits and profitability

Greenhouse-grown sweet pepper is an important crop in the Region of Murcia with more of 1,700 ha. The use of grafting could be an effective tool to control soil-borne diseases such as *Phytophthora* spp. and *Meloidogyne incognita*, common in this area. The aim of this work was to study the economic viability and profitability of greenhouse-grown pepper using the grafting technique. Sweet pepper cultivar 'Herminio' F1 was grafted onto three commercial rootstocks: Atlante, Terrano and Creonte. Un-

\* Autor para correspondencia: josefa.lopez38@carm.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.009>

grafted 'Herminio' plants were planted in biodisinfectado soil with 4.5 kg·m<sup>-2</sup> of fresh sheep manure and chicken manure (2:1, w/w), and non-biodisinfectado soil. The production was monitored and economically evaluated according to the average prices from Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) from 2004 to 2014. The results were analyzed by Monte Carlo methodology. Grafted plants increased marketable yields (even with higher production costs), and ungrafted plants resulted in almost zero profits in disinfected soil and negative profits in non-disinfected soil. The sensitivity analysis with Monte Carlo method showed positive results in more than 95% in grafted varieties, while no more than 10% in ungrafted plants in disinfected soil, and only 1% in ungrafted plants in non-disinfected soil. In conclusion, the rootstock not only provided resistance against nematodes, but also increased crop production and therefore the profitability.

**Key words:** VaR, Monte Carlo, yield, rootstocks, yield.

## Introducción

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero en la Región de Murcia, motivado por exigencias comerciales y fitopatológicas, presenta un ciclo de cultivo que se extiende desde finales de otoño hasta muy avanzado el verano (López-Marín et al., 2013a). La última fase del ciclo, la productiva, se lleva a cabo prácticamente en condiciones ambientales límites para tener un buen comportamiento de la planta, lo que redundará en un descenso del rendimiento y de su calidad (López-Marín et al., 2011). Estas condiciones adversas, están provocadas por la acción de una elevada radiación y del tipo de sistema de ventilación, deficientes en unos casos y en otros insuficientes, produciendo estrés a las plantas (López-Marín et al., 2007).

En cuanto a los problemas fitosanitarios que le afecta, *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita* son los principales patógenos del suelo en los invernaderos de pimiento del Campo de Cartagena (Región de Murcia), constituyendo un problema de endemismo en la zona (Ros et al., 2007).

El injerto sobre patrones vigorosos y resistentes a patógenos del suelo se ha ensayado como una forma de control de *Phytophthora* spp. y *Meloidogyne* sp. en los cultivos de pimiento (Ros et al., 2004 y 2007). Ensayos realizados con plantas injertadas, mostraron que

existe una buena correlación entre el vigor del patrón y la producción, así como frente a la fatiga de los suelos, en plantas injertadas no hubo una pérdida de producción por el uso reiterado del mismo cultivo (Lacasa et al., 2002).

El uso de portainjertos resistentes, en combinación con las prácticas del manejo integrado de plagas, permite reducir el uso de fitosanitarios para la desinfección de suelos en cultivos (González et al., 2008). El injerto es una técnica que permite inducir la resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo incrementando el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas. Es importante constatar el efecto que puede producir sobre el comportamiento en la variedad injertada, sobre todo a efectos de rendimiento, ideotipo de frutos e influencia sobre las propiedades cualitativas de éstos (López-Marín et al., 2009).

El uso de portainjertos posee otras propiedades de interés agronómico como son el aumento de la producción de la variedad y la mejora de la calidad de los frutos, la tolerancia a estreses abióticos, la precocidad, etc. (Fernández et al., 2006). También el aporte de vigor y rusticidad es importante para paliar los efectos de la fatiga del suelo durante los dos primeros años (Lacasa et al., 2002), ya que la reiteración del cultivo necesita de la desinfección del suelo (Ros et al., 2007). Injertar no está asociado con los inputs agroquí-

micos para los cultivos y es por lo tanto considerado como una operación ecológica de sustancial y sostenible relevancia para los sistemas de cultivo gestionados bajo producción integrada y orgánica (Rivard y Louws, 2008). Injertar es hoy en día considerado como una herramienta alternativa rápida, contra la relativa lenta metodología del cultivo que pretende incrementar la tolerancia a estreses medioambientales de frutas y hortalizas (Flores et al., 2010). En el cultivo de pimiento en la Región de Murcia se ha demostrado en trabajos anteriores que el injerto ha aumentado la productividad (López-Marín et al., 2013b). Junto a la biosolarización constituye una técnica interesante que están siendo estudiadas desde hace tiempo en la región de Murcia para paliar los problemas de infecciones de origen telúrico en los cultivos de la zona (Lacasa et al., 2002; Martínez et al., 2008).

Sin embargo, no se ha valorado hasta ahora la rentabilidad que supone la introducción de esta metodología en el cultivo de pimiento como alternativa a la biofumigación, así como el aumento que proporcionan ciertos patrones en la producción.

El objetivo del estudio consiste en estudiar la viabilidad económica y rentabilidad del cultivo de pimiento empleando la técnica del injerto en suelos con y sin biosolarización.

## Material y métodos

El ensayo se realizó en la Finca Experimental de Torreblanca, situada en el Campo de Cartagena (Región de Murcia, España). Se desarrolló en un invernadero modular de 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, cubierto con un filme de polietileno térmico de 200 µ de espesor y con un sistema de apertura de ventilación cenital. El ensayo en campo se llevó a cabo siguiendo las prácticas culturales de los productores de pimiento de esta zona, siendo la densidad de

plantación de 2,5 plantas/m<sup>2</sup>. Se llevaron a cabo dos estudios durante los años 2011 y 2012.

La variedad de pimiento utilizada fue 'Herminio F1' (Syngenta Seeds), por sus buenas características y se injertó sobre tres variedades de portainjertos comerciales: 'Atlante' (Ramiro Arnedo), 'Creonte' (De RuitersSeeds) y ambos con gen Me7 de resistencia a *M. incognita* y resistentes a *P. capsici*, y 'Terrano' (Syngenta Seeds), con gen Me1 de resistencia a *M. incognita* y resistente a *P. capsici*.

Las combinaciones analizadas en el estudio han sido plantas de pimiento 'Herminio' sin injertar sin desinfectar (H), 'Herminio' sin injertar + desinfección (HD), 'Herminio' injertado sobre Creonte sin desinfectar (H-C), 'Herminio' injertado sobre Atlante sin desinfectar (H-A) y 'Herminio' injertado sobre Terrano sin desinfectar (H-T).

Se utilizaron 200 m<sup>2</sup> de invernadero para cada una de las combinaciones, con un total de 500 plantas por combinación.

Para producir las plantas injertadas, se sembraron independientemente el patrón (20 de septiembre) y la variedad (27 septiembre) y, realizándose una semana antes la del patrón para que se encontrase en el momento de injertar con el diámetro del tallo similar, pero con la parte radicular un poco más desarrollada. Las plantas se injertaron en bisel, mediante el denominado método japonés (Suzuki, 1972). Tras injertar las plantas, estas permanecieron en una cámara climática durante 15 días, con una temperatura de 25 °C, 95% de humedad relativa e iluminación fotoperiódica. Las fechas de trasplante fueron el 5/1/2011 y el 3/1/2012.

El tratamiento de desinfección en el suelo se hizo mediante biodesinfección el 20 de agosto. Para la biodesinfección se aplicó una mezcla de materia orgánica de 4,5 kg/m<sup>2</sup> de estiércol de oveja y gallina (2:1, w/w), se regó y se selló con un film plástico de polietileno tras-

parente de 50  $\mu$  (Solplast, Murcia, España), y este se mantuvo durante 90 días, siguiendo la metodología de Bello et al. (2004). La bio-desinfección se realizó en 200 m<sup>2</sup>. Antes de la plantación en la zona del invernadero no desinfectada, se determinó la presencia de *Meloidogyne incognita*, según la metodología descrita por Flegg (1967). Para ello, se cogieron 5 muestras de suelo al azar a 15 cm de profundidad en 5 zonas distintas, 3 días antes de la fecha de plantación. En el laboratorio del IMIDA, Murcia se determinaron los nematodos, contando la población de nematodos juveniles en estadio 2 (J2). Obteniéndose una población J2 de 267,8  $\pm$  90,0 en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, en el primer año y de 281  $\pm$  75,3 en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, en el segundo año.

Los pimientos se recolectaron de color verde en su punto óptimo de recolección, siendo pesados y clasificados en comerciales y no comerciales (soleados, podredumbre de tejido, etc.), estos últimos fueron descartados ya que no producían ningún beneficio para el agricultor. Para los pimientos comerciales se siguió la clasificación europea en función de tamaño y peso, clasificándolos en calibres GG (tamaño más grande, 80-110 mm y 170-250 g), G (tamaño grande, 70-90 mm y 135-170 g) y M (tamaño mediano 60-80 mm y 95-135 g) (López-Marín et al., 2015). Se realizaron 6 recolecciones en cada uno de los años de estudio.

Se han tomado como referencia los precios del observatorio de precios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente disponibles (MAGRAMA, 2015), desde el 2004 al 2014, y se muestran en la Figura 1.

Para una correcta valoración de la producción, se ha recurrido a los precios facilitados por las alhóndigas de la zona disponibles, a fin de ver la relación estadística existente entre los precios de los diferentes calibres. De esta forma, se ha reconstruido una serie histórica de precios de los diferentes calibres. Estos precios medios se han obtenido a partir de los precios de las campañas del 2004 a 2014 y se

han calculado como el promedio de los precios de los tres calibres comerciales considerados GG, G y M.

Se calcularon en primer lugar los ingresos anuales de cada variedad multiplicando el precio medio de cada calibre por la producción. Esto se ha realizado para cada uno de los años y se ha obtenido el promedio. Estos cálculos se han repetido tomando como precios, el precio medio, sumando o restando una desviación típica a fin de obtener la desviación estándar del valor de la producción.

Los costos se han separado en variables y fijos, y los variables se han desglosado en materias primas, mano de obra y costos variables de maquinaria propia. Por su parte los costos fijos se han separado en maquinaria, seguridad social e impuestos y gastos administrativos. Para el cálculo de los costos se han agrupado las variedades en tres categorías, plantas sin injertar y con el suelo no tratado, plantas sin injertar pero con el suelo tratado y plantas injertadas.

Para la obtención del rendimiento anual se ha obtenido el valor anualizado de todos los costos, es decir la suma de los costos anuales más una parte de los costos de proyección pluri-anual, o el equivalente anualizado.

Para la valoración de la producción de las distintas combinaciones se ha utilizado el valor actualizado neto (VAN), el rendimiento neto anualizado (RNA), la relación beneficio/inversión, y el plazo de recuperación. Para ello se han tenido en cuenta los costos medios de producción estimados y los precios medios del Mercado para cada uno de los calibres. La información sobre costos medios se ha obtenido a partir de las encuestas realizadas a 15 agricultores de la zona, los cuales tenían una explotación media de 1,5 ha. Por su parte, los precios medios del mercado se han obtenido a partir de la información facilitada por las alhóndigas de la zona y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015).

Valor actual neto. Consiste en actualizar todos los flujos de caja netos generados por la inversión al momento actual. A efectos de ordenación de diferentes alternativas se tomará aquella que presente un mayor valor actual neto. Brealey y Myers (2001) indican que este es el método más adecuado para estimar el beneficio de un proyecto.

Rendimiento neto anualizado. Se obtiene a partir del VAN. Aunque se supone que los cobros son anuales y constantes, existen 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).

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

donde:  $i$  es la tasa de descuento aplicada, y  $R$  la vida útil del proyecto.

Relación beneficio-inversión neta (N/K). La relación entre beneficio e inversión indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida

$$\frac{N}{K} = \frac{\sum_{r=1}^R (C_j - T_j) \cdot (1 + i)^{-r}}{\sum_{r=0}^R K_r \cdot (1 + i)^{-r}} \quad [2]$$

donde:  $C_j$  representa los cobros de cada periodo,  $T_j$  los pagos anuales y  $K_r$  las inversiones realizadas en el año  $r$ , es decir los pagos por construcción del invernadero, el plástico, la instalación de goteo, etc.

El plazo de recuperación. Se define como el tiempo que tarda en recuperarse (amortizarse) la inversión realizada. Se calcula mediante un sistema iterativo, es decir, acumulándolos sucesivos flujos netos de caja hasta que la suma sea al menos igual a la inversión inicial.

Tasa de descuento. La tasa de descuento aplicable es el tipo de interés libre de riesgo

más  $\beta$  veces una prima de descuento, que es la diferencia entre el rendimiento del Mercado y la tasa libre de riesgo.

$$i = i_{\text{sin riesgo}} + \beta \left( E(R_m) - i_{\text{sin riesgo}} \right) \quad [3]$$

Sensibilidad del modelo. Aunque en algunos estudios se analiza el efecto sobre el resultado final del cambio en una sola variable, como por ejemplo el tipo de interés (Grafia-dellis y Mattas, 2000), la simulación de Monte Carlo permite analizar el efecto conjunto de la variación de diversas variables (Wagner, 1995). Los parámetros precios, la producción y el tipo de interés han sido considerados como variables que seguían una distribución normal cuando ha sido posible en función de los datos de los que se disponía. Así para la producción de cada calibre se han considerado una distribución uniforme entre la de cada uno de los dos años analizados; para los precios semanales de cada calibre se ha usado una distribución normal en función de los precios históricos y para la tasa de descuento se ha utilizado la distribución uniforme entre el mínimo y el máximo considerado. Para los cálculos se ha utilizado la hoja de cálculo Excel y se han realizado un total de 20.000 iteraciones.

Valor en riesgo (VaR). Sea  $X$  una variable aleatoria con función de distribución acumulada, y sea  $VaR$  un valor fijo de  $X$  tal que,

$$\alpha = \Pr(X \leq VaR) = F_X(VaR) \quad [4]$$

Entonces, usando la función inversa de la función de distribución acumulada, el  $VaR$  es igual a,

$$VaR = F_X^{-1}(\alpha) \quad [5]$$

El  $VaR$  podría definirse como el menor valor de una variable para un determinado nivel de confianza  $\alpha$ , esto es, el valor para el cual el  $\alpha\%$  de los posibles valores de dicha variable es menor que dicho valor, y el  $(1-\alpha)\%$  es mayor.

Si  $X$  se distribuye normal con media  $\mu_X$  y desviación típica  $\sigma_X$ , su valor estandarizado es igual a:

$$x = \frac{X - \mu_X}{\sigma_X} \quad [6]$$

El Value at Risk se puede obtener de forma paramétrica. Si denominamos  $VaR_\alpha$  al valor de la distribución normal estándar que se corresponde con el  $\alpha$ -cuantil de dicha distribución,  $VaR$  se puede obtener como,

$$VaR = |VaR_\alpha| \cdot \sigma_X \quad [7]$$

Nivel de confianza para  $VPN = 0$ . El nivel de confianza para que  $VPN = 0$  se puede obtener como la probabilidad de que  $VPN$  sea menor o igual a cero.

$$VPN_\alpha = P(VPN \leq 0) \quad [8]$$

Análisis estadístico. El diseño experimental fue de bloques al azar. Cada combinación estudiada tenía tres replicas con 70 plantas. Se calcularon las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de  $P \leq 0,05$  de acuerdo al test Tukey.

## Resultados y discusión

### Ingresos

En la Figura 1 se puede seguir la evolución anual de los precios medios del pimiento percibidos por los agricultores. En ella se puede observar que los precios crecen hasta la semana 14, principios de abril, luego hay un fuerte descenso de los mismos, pasando de valores cercanos a 1,2 €/kg a valores próximos a 0,4 €/kg, y se mantiene en dichos niveles hasta después del verano donde repuntan ligeramente hasta 0,6 €/kg. Jovicich et al. (2004), en México, afirman que el pimiento cultivado en invernadero, por su ca-

lidad y sanidad, puede alcanzar un precio hasta cinco veces mayor que el que se cultiva al aire libre, sobre todo si se comercializa hasta que el fruto toma el color característico de la variedad (rojo, naranja, amarillo, crema, chocolate, morado). Esta evolución de los precios es similar a la de otros cultivos como fresa (*Fragaria vesca*) (Martínez y León, 2004).

En dicha figura 1 se muestra además la desviación típica, que como se puede observar, es muy superior cuando los precios son elevados, mientras que esta decrece para precios bajos. Esto indica que cuando los precios son bajos, todos los años presentan valores similares, pero cuando son elevados, se alternan años de precios muy elevados con otros de precios menores. Este fenómeno es muy frecuente en los precios agrícolas, y a modo de ejemplo puede consultarse Fearon et al. (2014) para maíz (*Zea mays*), mijo (*Ranicum miliaceum*), sorgo (*Sorghum spp*), tomates (*Lycopersicum esculatum*), ajos (*Allium cepa*) y pimiento (*Capsicum annum*).

Por su parte, la producción de pimientos por calibres del año 2011 se muestra en la Tabla 1, desglosada en comercial y no comercial, y dentro de la comercial la producción por calibres de las distintas combinaciones consideradas: Atlante, Creonte y Terrano, y de variedad sin injertar pero tratando el suelo, y por último la variedad sin injertar y sin tratar el suelo. La producción para el año 2012 es similar y se muestra en la Tabla 2. Cabe resaltar que las más productivas son las injertadas y dentro de ellas Creonte ha sido la de mayor producción comercial, seguida de injerto Atlante, Terrano, 'Herminio' sin injertar y finalmente 'Herminio' sin injertar y sin tratar. El tratamiento sin injertar y sin tratar es el de menor producción ya que está afectado por nematodos (datos no presentados). En cuanto a injertados o no injertados, el patrón además de proporcionar resistencia a nematodos, aumenta la productividad. Por lo tanto, el injerto puede ser una estrategia de adaptación en

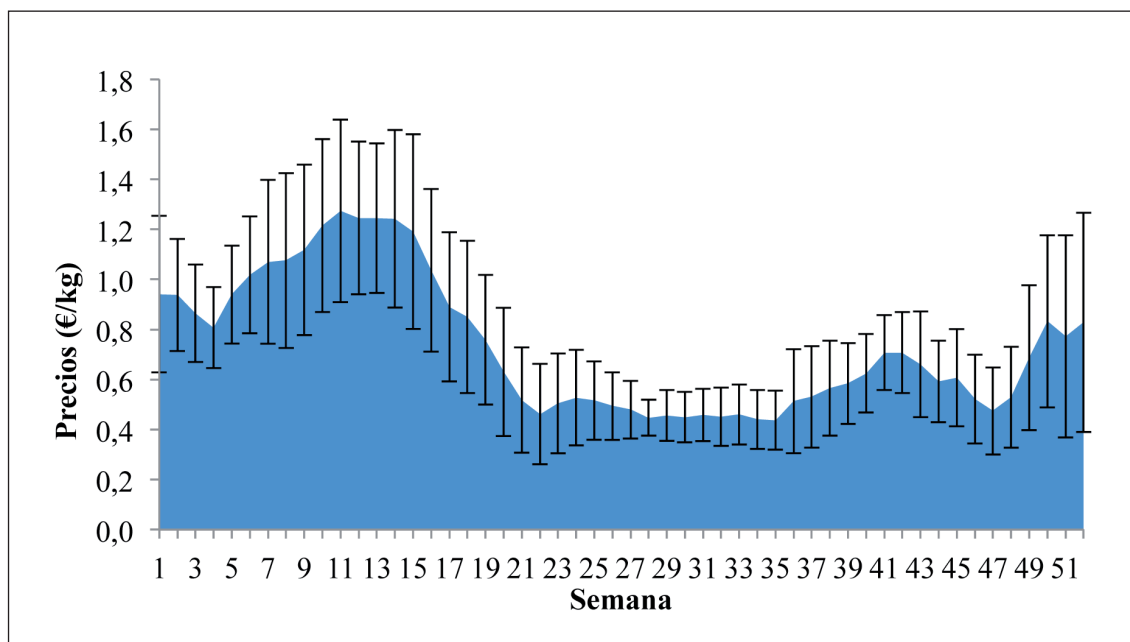


Figura 1. Precios medios semanales de los años 2004 a 2014.

Las barras verticales indican la desviación estándar.

Elaboración propia a partir de datos de MAGRAMA, 2015.

Figure 1. Average weekly prices for seasons 2004-2014.

sistemas agrícolas de producción orgánica o integrada que permite a las plantas inducir la resistencia o tolerancia a enfermedades transmitidas por patógenos del suelo (Ros *et al.*, 2004 y 2007) y estreses ambientales (King *et al.*, 2010; San Bautista *et al.*, 2011).

Con respecto a los calibres obtenidos no sigue la misma tendencia entre injertos, Atlante es el que más calibre GG tiene, seguido de Creonte, Terrano. En el calibre G es Terrano el que obtiene mayor producción, y en el calibre M es Creonte. La clasificación por calibres y producción obtenidos es importante, ya que en función de los precios en el mercado de uno u otro calibre pueden hacer más o menos rentable un tipo de variedad u otro. En este estudio vemos que Creonte aunque es el más productivo, su producción está más agru-

pada entre los calibres G y M, por lo que en el análisis posterior de rentabilidad se podrá determinar cuál de las combinaciones es la más rentable, y cuál de los portainjertos empleados aporta mayor rentabilidad al cultivo.

En el año 2012, el patrón que aporta mayor producción es Creonte, seguida de Terrano y Atlante. Este año a diferencia de 2011 Terrano ha sido más productivo que Atlante. Con respecto a las plantas no injertadas, la producción sigue siendo menor en las plantadas en suelo no desinfectado. En el año 2012 las producciones de las plantas no injertadas son menores a las de 2011 tanto en las no injertadas tratadas, como en las no injertadas sin desinfectar. Siendo las más productivas las injertadas, ya que presentan una mayor vigorosidad, y es conocido que las plantas in-

Tabla 1. Producción semanal de pimiento en invernadero en el año 2011 (kg/m<sup>2</sup>)  
 Table 1. Changes in weekly production of greenhouse-grown sweet pepper in 2011 (kg/m<sup>2</sup>)

	GG	G	M	Producción comercial	Producción no comercial	Total
H-Atlante	5,98 ± 1,87	4,12 ± 0,94	2,41 ± 0,45	12,51 ± 0,49	2,7 ± 1,16	15,21 ± 1,64
04/05	3,65 ± 1,44	1,08 ± 0,81	0,17 ± 0,03	4,91 ± 0,65	0,61 ± 0,2	5,52 ± 0,85
24/05	0,58 ± 0,23	0,48 ± 0,45	0,03 ± 0,03	1,09 ± 0,71	0,3 ± 0,1	1,4 ± 0,61
14/06	1,55 ± 0,9	1,64 ± 1	0,16 ± 0,03	3,34 ± 1,94	0,32 ± 0,22	3,66 ± 2,16
05/07	0,19 ± 0,24	0,43 ± 0,72	0,28 ± 0,37	0,9 ± 1,32	0,32 ± 0,15	1,22 ± 1,18
02/08	0 ± 0	0,48 ± 0,1	1,11 ± 0,1	1,59 ± 0,2	0,45 ± 0,08	2,04 ± 0,28
16/08	0 ± 0	0 ± 0,06	0,68 ± 0,21	0,68 ± 0,27	0,7 ± 0,41	1,38 ± 0,14
H-Creonte	4,85 ± 0,99	4,45 ± 1,37	4,63 ± 0,91	13,93 ± 0,52	3 ± 1,48	16,93 ± 2
04/05	2,65 ± 0,44	1,27 ± 1,2	0,61 ± 0,39	4,53 ± 0,36	0,49 ± 0,03	5,02 ± 0,33
24/05	0,87 ± 0,12	0,65 ± 0,59	0,39 ± 0,26	1,91 ± 0,45	0,16 ± 0,05	2,06 ± 0,51
14/06	1,23 ± 0,82	1,45 ± 0,92	1,09 ± 0,8	3,77 ± 2,54	0,47 ± 0,33	4,25 ± 2,87
05/07	0,06 ± 0,14	0,52 ± 0,42	0,81 ± 0,07	1,39 ± 0,48	0,31 ± 0,08	1,7 ± 0,4
02/08	0,04 ± 0,01	0,56 ± 0,04	0,92 ± 0,53	1,52 ± 0,48	1,04 ± 0,73	2,55 ± 0,25
16/08	0 ± 0,02	0 ± 0,13	0,81 ± 0,09	0,81 ± 0,24	0,54 ± 0,36	1,35 ± 0,12
H-Terrano	3,75 ± 0,4	4,53 ± 0,24	2,92 ± 0,55	11,19 ± 1,19	3,09 ± 0,53	14,28 ± 0,65
04/05	1,88 ± 0,43	1,09 ± 0,15	0,39 ± 0,1	3,36 ± 0,48	0,26 ± 0,52	3,62 ± 1
24/05	0,53 ± 0,52	0,53 ± 0,08	0,12 ± 0,01	1,18 ± 0,62	0,21 ± 0,2	1,39 ± 0,81
14/06	1,14 ± 0,83	2,14 ± 1,31	0,6 ± 0,42	3,89 ± 2,56	0,22 ± 0,1	4,11 ± 2,66
05/07	0,16 ± 0,19	0,34 ± 0,81	0,33 ± 0,3	0,83 ± 1,3	0,19 ± 0,02	1,02 ± 1,27
02/08	0,04 ± 0,08	0,36 ± 0,32	0,94 ± 0,02	1,34 ± 0,42	1,67 ± 0,94	3 ± 0,52
16/08	0 ± 0	0,06 ± 0,19	0,54 ± 0,74	0,6 ± 0,93	0,54 ± 0,18	1,14 ± 0,75
Sin injertar	3,95 ± 0,92	3,05 ± 0,46	3,43 ± 0,22	10,43 ± 0,69	1,33 ± 0,18	11,76 ± 0,86
04/05	1,77 ± 0,52	0,68 ± 0,18	0,23 ± 0,09	2,67 ± 0,25	0,08 ± 0,19	2,75 ± 0,06
24/05	0,61 ± 0,05	0,43 ± 0,02	0,2 ± 0,02	1,25 ± 0,06	0,27 ± 0,08	1,52 ± 0,14
14/06	1,49 ± 0,79	1,27 ± 0,44	0,65 ± 0,48	3,41 ± 1,71	0,21 ± 0,05	3,62 ± 1,76
05/07	0,08 ± 0,42	0,35 ± 0,48	0,77 ± 0,34	1,2 ± 0,56	0,16 ± 0,03	1,36 ± 0,54
02/08	0 ± 0,02	0,29 ± 0,13	1 ± 0,11	1,29 ± 0,26	0,58 ± 0,28	1,87 ± 0,03
16/08	0 ± 0	0,03 ± 0,08	0,58 ± 0,43	0,61 ± 0,51	0,04 ± 0,07	0,65 ± 0,58
Sin injertar ni tratar	3,16 ± 0,74	2,44 ± 0,37	2,75 ± 0,18	8,34 ± 0,55	1,06 ± 0,14	9,41 ± 0,69
04/05	1,41 ± 0,42	0,54 ± 0,15	0,18 ± 0,07	2,14 ± 0,2	0,06 ± 0,15	2,2 ± 0,05
24/05	0,49 ± 0,04	0,35 ± 0,02	0,16 ± 0,02	1 ± 0,05	0,21 ± 0,06	1,21 ± 0,11
14/06	1,19 ± 0,63	1,02 ± 0,35	0,52 ± 0,38	2,73 ± 1,37	0,16 ± 0,04	2,89 ± 1,4
05/07	0,07 ± 0,34	0,28 ± 0,38	0,62 ± 0,27	0,96 ± 0,45	0,13 ± 0,02	1,09 ± 0,43
02/08	0,00 ± 0,02	0,23 ± 0,1	0,8 ± 0,08	1,03 ± 0,21	0,47 ± 0,23	1,5 ± 0,02
16/08	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,07	0,47 ± 0,34	0,49 ± 0,41	0,03 ± 0,06	0,52 ± 0,47

Nota: media ± desviación estándar; GG: más grande; G: Grande, y M: mediano.



Tabla 2. Producción semanal de pimiento en invernadero en el año 2012 (kg/m<sup>2</sup>)  
 Table 2. Changes in weekly production of greenhouse-grown sweet pepper in 2012 (kg/m<sup>2</sup>)

	GG	G	M	Producción comercial	Producción no comercial	Total
H-Atlante	3,51 ± 0,89	5,36 ± 0,45	3 ± 0,21	11,87 ± 0,23	1,18 ± 0,55	13,05 ± 0,78
03/05/2012	1,76 ± 0,68	2,16 ± 0,39	0,14 ± 0,01	4,05 ± 0,31	0,34 ± 0,09	4,4 ± 0,4
21/05/2012	0,88 ± 0,11	1,08 ± 0,21	0,07 ± 0,02	2,03 ± 0,34	0,17 ± 0,05	2,2 ± 0,29
06/06/2012	0,36 ± 0,43	0,32 ± 0,48	0,11 ± 0,02	0,79 ± 0,92	0,03 ± 0,1	0,82 ± 1,02
27/06/2012	0,51 ± 0,11	1,38 ± 0,34	0,76 ± 0,17	2,65 ± 0,63	0,12 ± 0,07	2,77 ± 0,56
18/07/2012	0 ± 0	0,35 ± 0,05	0,97 ± 0,05	1,32 ± 0,1	0,35 ± 0,04	1,67 ± 0,13
06/08/2012	0 ± 0	0,08 ± 0,03	0,96 ± 0,1	1,03 ± 0,13	0,16 ± 0,2	1,19 ± 0,07
H-Creonte	3,55 ± 0,47	6,26 ± 0,65	3,43 ± 0,43	13,24 ± 0,25	1,05 ± 0,7	14,3 ± 0,95
03/05/2012	2,07 ± 0,21	2,85 ± 0,57	0,09 ± 0,19	5,01 ± 0,17	0,44 ± 0,02	5,45 ± 0,16
21/05/2012	1,03 ± 0,06	1,43 ± 0,28	0,05 ± 0,12	2,51 ± 0,22	0,22 ± 0,02	2,73 ± 0,24
06/06/2012	0,16 ± 0,39	0,23 ± 0,44	0,04 ± 0,38	0,43 ± 1,2	0,03 ± 0,16	0,46 ± 1,36
27/06/2012	0,24 ± 0,06	1,07 ± 0,2	0,71 ± 0,03	2,02 ± 0,23	0,21 ± 0,04	2,23 ± 0,19
18/07/2012	0,03 ± 0	0,5 ± 0,02	1,61 ± 0,25	2,15 ± 0,23	0,08 ± 0,34	2,23 ± 0,12
06/08/2012	0,03 ± 0,01	0,18 ± 0,06	0,93 ± 0,04	1,13 ± 0,12	0,06 ± 0,17	1,2 ± 0,05
H-Terrano	4,28 ± 0,19	4,84 ± 0,11	3,64 ± 0,26	12,76 ± 0,56	2,38 ± 0,25	15,14 ± 0,31
03/05/2012	2,44 ± 0,2	1,29 ± 0,07	0,26 ± 0,05	3,99 ± 0,23	0,94 ± 0,24	4,93 ± 0,47
21/05/2012	1,22 ± 0,25	0,64 ± 0,04	0,13 ± 0	1,99 ± 0,29	0,47 ± 0,09	2,47 ± 0,39
06/06/2012	0,05 ± 0,39	0,41 ± 0,62	0,05 ± 0,2	0,51 ± 1,21	0,09 ± 0,05	0,6 ± 1,26
27/06/2012	0,42 ± 0,09	1,41 ± 0,38	0,72 ± 0,14	2,54 ± 0,62	0,15 ± 0,01	2,7 ± 0,6
18/07/2012	0,15 ± 0,04	0,78 ± 0,15	0,97 ± 0,01	1,89 ± 0,2	0,43 ± 0,45	2,31 ± 0,25
06/08/2012	0 ± 0	0,31 ± 0,09	1,52 ± 0,35	1,83 ± 0,44	0,3 ± 0,09	2,13 ± 0,36
Sin injertar	2,74 ± 0,44	3,65 ± 0,22	3,14 ± 0,1	9,53 ± 0,33	1,09 ± 0,08	10,62 ± 0,41
03/05/2012	1,08 ± 0,25	0,92 ± 0,09	0,34 ± 0,04	2,34 ± 0,12	0,32 ± 0,09	2,67 ± 0,03
21/05/2012	0,54 ± 0,03	0,46 ± 0,01	0,17 ± 0,01	1,17 ± 0,03	0,16 ± 0,04	1,33 ± 0,07
06/06/2012	0,44 ± 0,38	0,7 ± 0,21	0,02 ± 0,23	1,16 ± 0,81	0,14 ± 0,02	1,3 ± 0,83
27/06/2012	0,64 ± 0,2	0,98 ± 0,23	0,33 ± 0,16	1,94 ± 0,27	0,13 ± 0,01	2,07 ± 0,25
18/07/2012	0,03 ± 0,01	0,46 ± 0,06	1,14 ± 0,05	1,62 ± 0,12	0,21 ± 0,13	1,84 ± 0,01
06/08/2012	0 ± 0	0,14 ± 0,04	1,15 ± 0,2	1,29 ± 0,24	0,13 ± 0,03	1,41 ± 0,28
Sin injertar ni tratar	2,19 ± 0,35	2,92 ± 0,17	2,51 ± 0,08	7,62 ± 0,26	0,87 ± 0,07	8,5 ± 0,33
03/05/2012	0,87 ± 0,2	0,74 ± 0,07	0,27 ± 0,03	1,88 ± 0,09	0,26 ± 0,07	2,13 ± 0,02
21/05/2012	0,43 ± 0,02	0,37 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,94 ± 0,02	0,13 ± 0,03	1,07 ± 0,05
06/06/2012	0,36 ± 0,3	0,56 ± 0,17	0,01 ± 0,18	0,93 ± 0,65	0,12 ± 0,02	1,04 ± 0,67
27/06/2012	0,51 ± 0,16	0,78 ± 0,18	0,26 ± 0,13	1,55 ± 0,21	0,1 ± 0,01	1,65 ± 0,2
18/07/2012	0,03 ± 0,01	0,37 ± 0,05	0,91 ± 0,04	1,3 ± 0,1	0,17 ± 0,11	1,47 ± 0,01
06/08/2012	0 ± 0	0,11 ± 0,03	0,92 ± 0,16	1,03 ± 0,19	0,1 ± 0,03	1,13 ± 0,22

Nota: media ± desviación estándar; GG: más grande; G: Grande y M: mediano. H: Herminio.

jertadas al tener mayor vigorosidad, son capaces de adaptarse mejor a las condiciones de estrés (López-Marín et al., 2013b; King et al., 2010; San Bautista et al., 2011). En cuanto a la producción obtenida en cada uno de los calibres, de calibre GG se obtuvo mayor producción de Terrano, seguida de Creonte y Atlante, la producción de este calibre obtenida en no injertadas fue menor. En cuanto al calibre G las producciones mayores fueron en Creonte. Esta variabilidad de producción en los calibres entre los distintos patrones en los distintos años de estudio, se debe en gran parte a las condiciones ambientales, en donde cada patrón se adapta mejor, y tiene una respuesta fisiológica distinta. Por lo tanto, no podemos afirmar que un patrón u otro de los estudiados en estos dos años van a ser mejor o peor en función de dichos calibres.

En cuanto a las producciones medias (Tabla 3) se puede observar como la producción total es significativamente mayor en las variedades injertadas que sobre las no injertadas y dentro de estas últimas, el terreno tratado proporciona mayores resultados que el sin tratar.

Para analizar diferencias entre las variedades injertadas hay que estudiar la producción comercial, donde se aprecia como el Creonte es

significativamente mayor que el Atlante y el Terrano, seguidos del sin injertar y sin tratar.

En análisis de los calibres permite concluir que en el mayor, GG, no se aprecian grandes diferencias, salvo que Atlante es superior al resto y sin tratar algo inferior. El calibre G muestra que los injertados son significativamente mayores que los no injertados, y por último el calibre M no guarda ninguna relación destacable, ya que el Atlante presenta valores similares al sin tratar.

En la Figura 2 muestra la evolución del valor de la producción de los años 2011 y 2012 a los precios medios semanales de cada uno de los calibres considerados (GG, G, M). Como puede apreciarse, las variedades injertadas son las que presentan valores superiores a los largo de todo el periodo de recolección y es la variedad sin injertar ni tratar la que presenta valores muy inferiores. Esto lleva a considerar que la mejor alternativa es injertar, aunque habrá que tener presente los costos que suponen los injertos a fin de tomar la decisión correcta sobre la mejor variedad para cultivar.

En la Figura 2, se puede observar como los patrones Creonte y Atlante son los más productivos en ambos años, y que Terrano tiene menor rentabilidad, pero en el segundo año

Tabla 3. Resumen de producción para las distintas combinaciones empleadas (kg/m<sup>2</sup>)  
Table 3. Summary of production for different combinations analyzed (kg/m<sup>2</sup>)

	Total	GG	G	M	Producción comercial	Producción no comercial
H-Atlante	14,13 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>	4,74 <sup>a</sup>	2,71 <sup>b</sup>	12,19 <sup>b</sup>	1,94 <sup>a,b</sup>
H-Creonte	15,61 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a,b</sup>	5,35 <sup>a</sup>	4,03 <sup>a</sup>	13,59 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a,b</sup>
H-Terrano	14,71 <sup>a</sup>	4,01 <sup>a,b</sup>	4,68 <sup>a</sup>	3,28 <sup>a,b</sup>	11,98 <sup>b</sup>	2,73 <sup>a</sup>
Sin injertar	11,19 <sup>b</sup>	3,34 <sup>a,b</sup>	3,35 <sup>b</sup>	3,29 <sup>a,b</sup>	9,98 <sup>c</sup>	1,21 <sup>b</sup>
Sin injertar ni tratar	8,95 <sup>c</sup>	2,68 <sup>b</sup>	2,68 <sup>b</sup>	2,63 <sup>b</sup>	7,98 <sup>d</sup>	0,97 <sup>b</sup>

Nota: GG: más grande; G: Grande y M: mediano. H: Herminio.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey, P < 0,05).

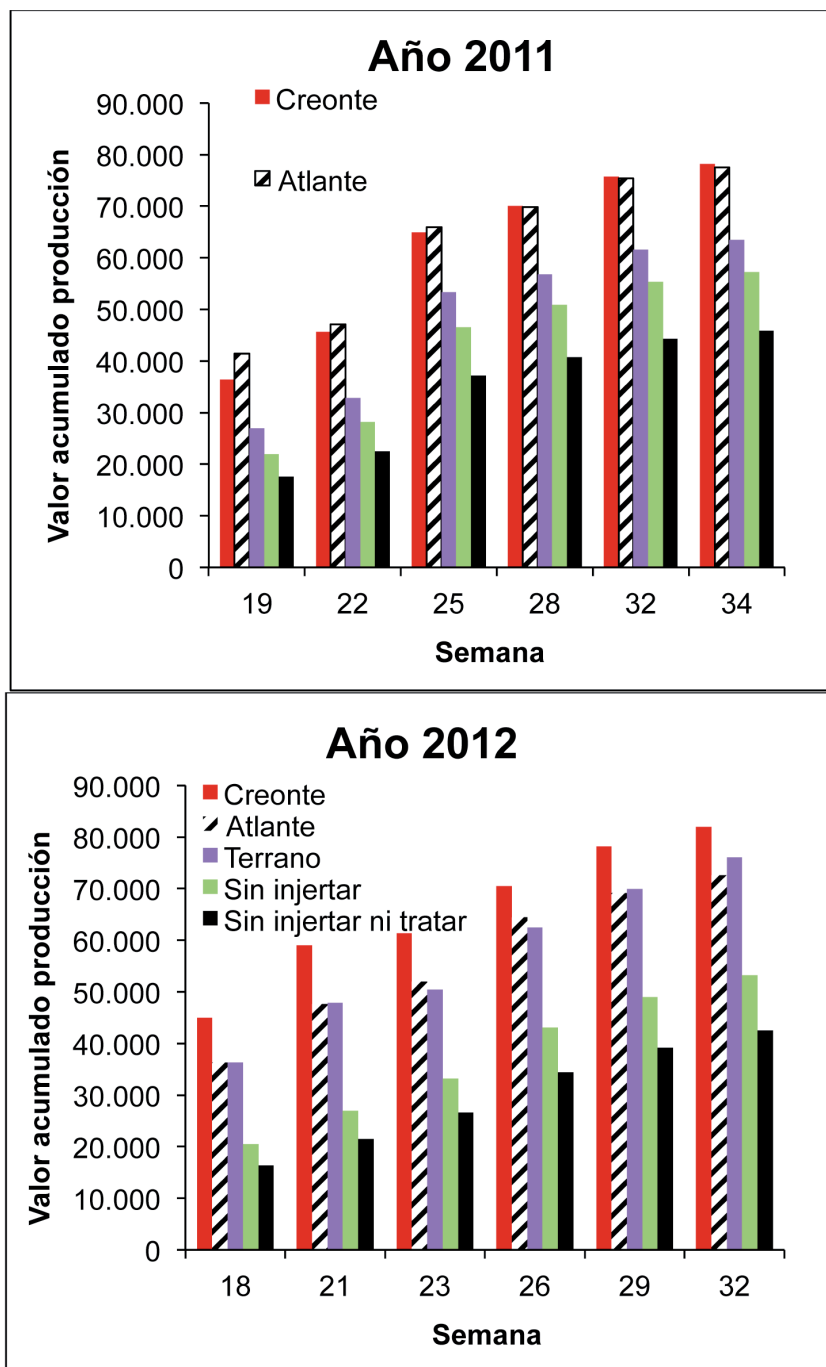


Figura 2. Valor acumulado de la producción (€/ha). Años 2011 y 2012.  
 Figure 2. Cumulative value of production (€/ha). Seasons 2011 and 2012.

la franja de precios es más amplia, debido a que la producción es mayor que en 2011. Las plantas sin injertar, siguen teniendo menor rentabilidad, y las sin injertar sin desinfectar el suelo las que menos ingresos tienen de todas las combinaciones estudiadas, siendo la rentabilidad menor en el segundo año, ya que se ha obtenido menor producción. Unos portainjertos son más productivos que otros, ya que aportan mayor vigorosidad a la planta, y ello se ha observado en diferentes trabajos sobre injerto en pimiento (López-Marín et al., 2013b), tomate (Lee, 2003), sandía (López-Galarza et al., 2004), así como en otras especies (Lee, 1994).

### Costos

Para los costos se han considerado de una parte los de instalación de invernadero: estructura, entutorado, policarbonato y montaje (Tabla 4) que ascienden a 103.859,19 €/ha y para los que se ha considerado una vida útil de 30 años. Por otra parte, se ha considerado una vida útil de 10 años para el riego por goteo, y de 3 para la cubierta de plástico y el encalado, pero debido a que en ocasiones las fuertes lluvias pueden mermar el recubrimiento del invernadero, se ha considerado que en promedio, cada tres años hay que realizar un encalado adicional.

Tabla 4. Gastos durante el cultivo, con periodo de amortización superior al año (€/ha)  
Table 4. Pluriannual costs during cultivation, with the amortization period exceeding a year (€/ha)

Instalación invernadero	103.895,19 €
Estructura	76.959,4 €
Entutorado	1.963,25 €
Policarbonato	1.413,54 €
Montaje	23.559 €
Riego por goteo. Instalación riego (Manga portagotero integrado autocompensante)	4.600,00 €
Plástico cubierta (térmico 36 meses 800 gg) 2,500 Kg x 3 €/kg	7.500,00 €
Sombreado (Blanqueo)	
Anual	260,00 €
Adicional cada tres años	260,00 €

Por su parte, los costos anuales para las distintas combinaciones se muestran en la Tabla 5. Los portainjertos Creonte, Atlante y Terrano presentan los mismos costos y las plantaciones tratadas sin injertar presentan como coste adicional el tratamiento del suelo. Por su parte las plantaciones injertadas no presentan este coste, pero tienen que soportar el coste del portainjerto y el coste de la mano de obra de realización del injerto.

### Rendimiento

La Figura 3 muestra el valor anualizado de la producción con indicación de los ingresos anuales y sus costos anualizados. De dicha figura se desprende, que el cultivo sin injertar y sin tratar prácticamente puede descartarse su producción ya que los costos anualizados no llegan a cubrir los ingresos medios, y muy pocos años llegaría a ser rentable. Para el cul-

Tabla 5. Resumen de costos anuales medios para las campañas  
2011 y 2012 en €/ha durante el ciclo de cultivo (€/ha)  
Table 5. Summary of the annual average costs for seasons  
2011 and 2012 during pepper cultivation (€/ha)

	Sin tratar ni injertar	Sin injertar tratada	Injertada
<b>1. COSTOS VARIABLES</b>	<b>37.376,35</b>	<b>41.871,35</b>	<b>45.801,35</b>
<b>1.1. Materias primas</b>	<b>14.631,35</b>	<b>19.126,35</b>	<b>15.556,35</b>
Agua de riego, 8.200 m <sup>3</sup> x 0,21 €/m <sup>3</sup> = 1.722 €	1.722	1.722	1.722
Semilla (Herminio) 25.000 x 0,2 €/planta = 5.000 €	5.000	5.000	5.000
Semillero 25.000 x 0,037 €/planta = 925 €			925
Desinfección (Biofumigación) 4.495 €		4.495	
Plaguicidas 2.640 €	2.640	2.640	2.640
Insectos auxiliares 2.750 €	2.750	2.750	2.750
Estiércol 40.000 kg x 0,03€/kg = 1.200 €	1.200	1.200	1.200
Abonado 1.319,35 €	1.319	1.319	1.319
<b>1.2. Mano de obra</b>	<b>21.045</b>	<b>21.045</b>	<b>28.545</b>
Semilla (var Herminio) 0,2 €/planta	5.000	5.000	5.000
Semillero (variedad) 0,037 €/planta	925	925	925
Portainjerto 0,07 €/planta			1.750
Mano obra realización injerto 0,23 €/planta			5.750
Semillero Portainjerto 0,037 €/planta	925	925	925
Riegos 540 €	540	540	540
Aplicación fitosanitarios 246 h x 5 €/h = 1.230 €	1.230	1.230	1.230
Labores varias 1.330 €	1.330	1.330	1.330
Entutorar 2.120 €	2.120	2.120	2.120
Mantenimiento y reparaciones 1.200 €	1.200	1.200	1.200
Plantación 45 hh x 5 €/h = 225 €	225	225	225
Recolección 1.300 h x 5 €/h = 6.500 €	6.500	6.500	6.500
Seguridad social operarios 1.050 €	1.050	1.050	1.050
<b>1.3. Costos variables de la maquinaria propia</b>	<b>1.700</b>	<b>1.700</b>	<b>1.700</b>
<b>2. COSTOS FIJOS 8.160 8.160 8.160</b>			
2.1. Maquinaria	2.680,00	2.680,00	2.680,00
3.1. Seguridad social (propietario)	2.040,00	2.040,00	2.040,00
3.2. Impuestos y gastos administrativos	3.440,00	3.440,00	3.440,00
<b>3. TOTAL COSTOS</b>	<b>45.536,35</b>	<b>50.031,35</b>	<b>53.961,35</b>

tivo sin injertar y tratado, los ingresos medios cubren aproximadamente los costos de producción, pero habrá muchos años en los que se produzca con pérdidas. Con respecto a las variedades injertadas, los ingresos medios cubren en los tres casos los costos medios y generan beneficios. Sin embargo, dada la dispersión de precios existente, resulta necesario un análisis de la sensibilidad para ver en

qué porcentaje de los casos se generan beneficios y pérdidas. El mejor portainjerto es Creonte, seguido de Atlante y Terrano.

Resultados que también se obtienen con este mismo portainjerto, en donde Creonte obtiene un mejor rendimiento en estudios realizados bajo estrés abiótico por radiación (López-Marín et al., 2013b).

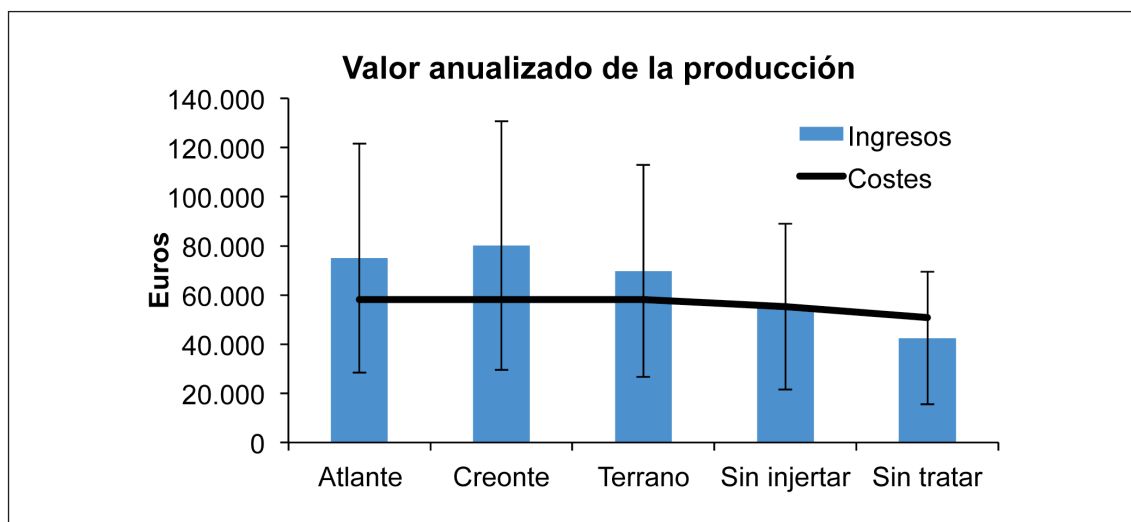


Figura 3. Valores anualizados de la producción y de los costes.

Las barras verticales indican la desviación estándar.

Figure 3. Annual production and costs.

#### Análisis de sensibilidad

La Figura 4 muestra los resultados de dicha estimación indicando la probabilidad de obtener cada uno de los valores. En cuanto al rendimiento anualizado, se observa que es Creonte el que presenta valores superiores, seguidos de Atlante y Terrano, y con gran diferencia se encuentran las variedades sin injertar y la variedad sin tratar. Así, para Creonte se indica la probabilidad de obtener cada uno de los rendimientos anualizados. Estos son positivos para la mayor parte de los

valores. Así por ejemplo, la probabilidad máxima se alcanza para valores en torno a 17.000 € (que coincide con los resultados de la Figura 3, donde los ingresos son 80.106 €, los costos 62.748 €, y el rendimiento neto es de 17.358 €). Los resultados del VAN son similares, siendo Creonte el que presenta valores superiores, pero para todas las variedades injertadas el VAN es positivo en la mayoría de los casos, en la no injertada está al 50% y en la sin tratar los resultados negativos en su mayoría. Con respecto al VAN/inversión, los resultados son muy similares al

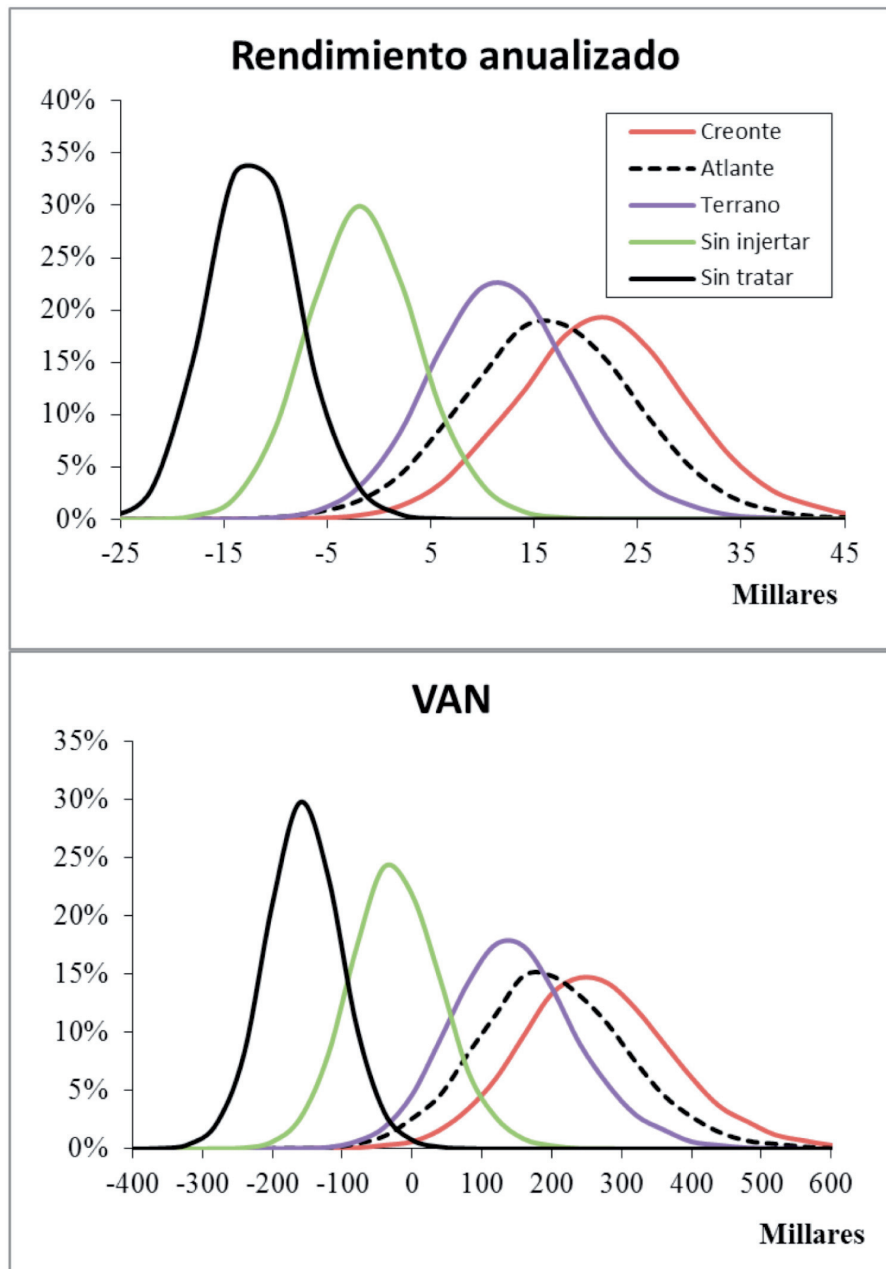


Figura 4. Rendimiento anualizado y VAN de la simulación de Monte Carlo para las variedades objeto de estudio.

VAN: Valor actualizado neto.

Figure 4. Net yield and VAN of Monte Carlo simulation for the analyzed varieties.

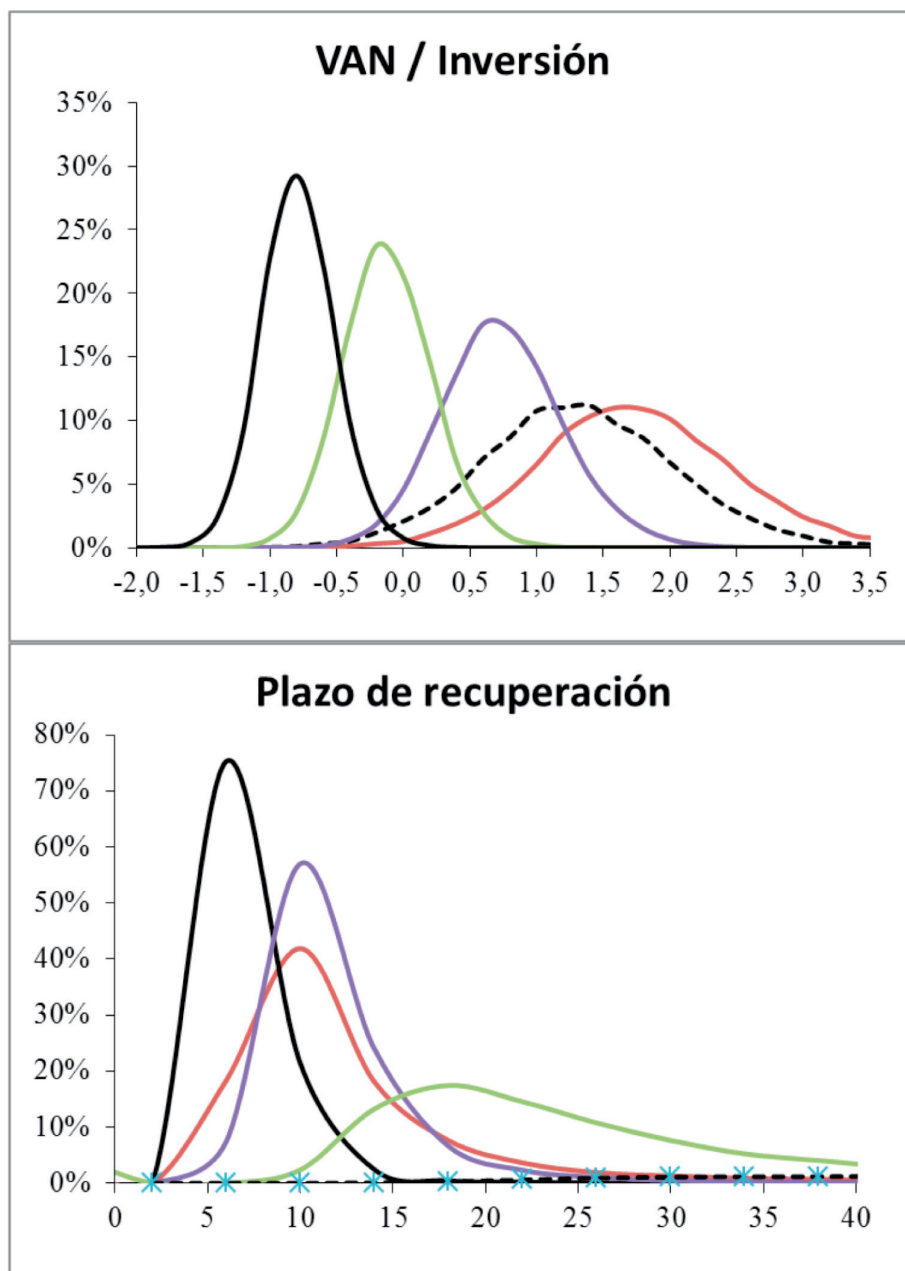


Figura 4. VAN / inversión y plazo de recuperación de la simulación de Monte Carlo para las variedades objeto de estudio.

VAN: Valor actualizado neto.

Figure 4. VAN / investment and payback of Monte Carlo simulation for the analyzed varieties.



caso anterior, pues la inversión es similar en todos los casos. Por último, el plazo de recuperación muestra unos resultados similares (hay que tener presente que si el rendimiento anualizado es negativo no existe plazo de recuperación). Así, para las variedades sin injertar, los plazos de recuperación cuando existen son muy elevados, pero en muchas ocasiones no existen por lo que las probabilidades obtenidas son muy bajas.

La figura 5 muestra la función de distribución acumulada, o lo que es lo mismo, las probabilidades de que el rendimiento anualizado supere a cada uno de los valores del eje x. Es decir, cada punto de la curva indica la probabilidad de que el rendimiento anualizado sea inferior al correspondiente valor del eje x. Dado que el primer objetivo es obtener un

VAN positivo, se puede observar como para la variedad sin tratar, la probabilidad de que el VAN sea positivo es nula ya que la probabilidad de que sea negativo es del 99,99%. Por su parte, la variedad sin injertar, pero con el suelo tratado, la probabilidad de que sea positivo aumenta al 25%, pero aún es muy baja. Esto significa que en el 75% de los casos, se obtendrán pérdidas. La probabilidad de que las variedades injertadas presenten un rendimiento anualizado positivo es superior al 90%, siendo Creonte la que presenta mayor probabilidad 99% seguida de Atlante 95% y Terrano con un 92%. Podríamos concluir diciendo que si los precios siguen comportándose con el mismo patrón que hasta ahora (fluctuando, pero sin cambiar su media ni desviación típica), y que las producciones siguen en línea con las obtenidas en los dos años y los

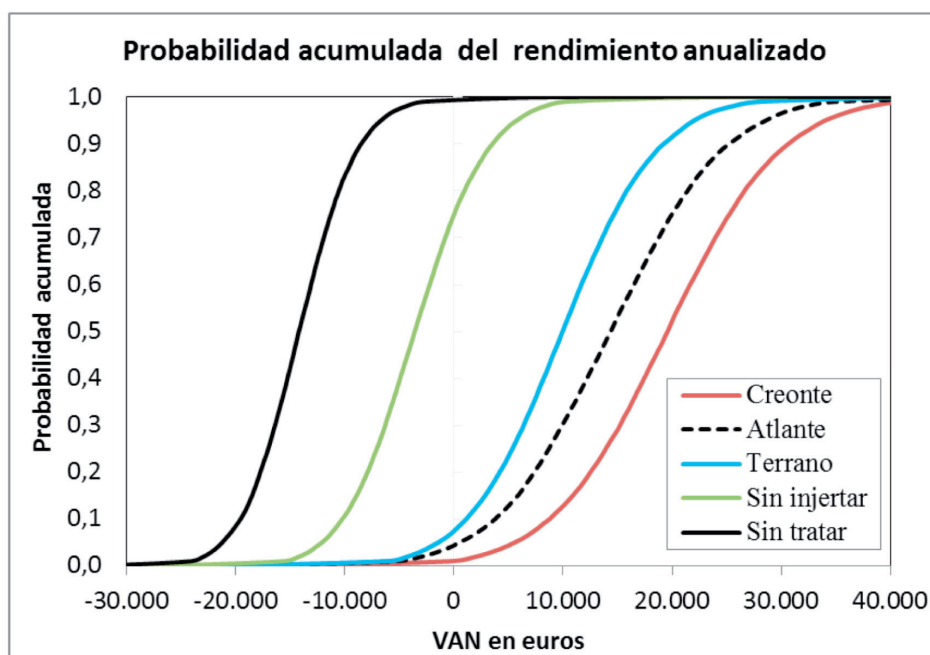


Figura 5. Función de distribución acumulada del rendimiento anualizado.

VAN: valor anualizado neto.

Figure 5. Cumulative distribution function of net yield.

tipos de interés no presentan fuertes oscilaciones, el agricultor que cultive con estos tres portainjertos obtendrá ingresos anuales suficientes para compensar sus gastos.

Esta metodología también ha sido usada por Asci et al. (2014) para comparar la producción de tomate en invernadero y en campo abierto, y en invernadero con diferentes niveles de tecnología. Para la producción en invernadero la probabilidad de que el VAN sea positivo es superior al 15% en ambos casos pero para la producción en campo abierto, esta no pasa del 50%.

Para completar el análisis de la sensibilidad se ha considerado conveniente introducir los resultados obtenidos para el  $VaR_{5\%}$  (Tabla 6) que muestran los valores que se superan en el 95% de las veces. En cuanto al valor anualizado se observa que en el 95% de las veces el rendimiento anualizado es positivo en Atlante y Creonte, y que en Terrano, las pér-

didadas no superan los 1.300 €/ha, lo que es perfectamente asumible para el agricultor, que no hay que olvidar que además de los beneficios de la explotación suele percibir también su propio salario. Por el contrario, para la variedad sin injertar, las pérdidas ya resultan gravosas y difícilmente sostenibles para el agricultor. Por su parte si el agricultor opta por no tratar el suelo, las pérdidas pueden llegar hasta 21.235 €, lo que es especialmente gravoso para el titular de la explotación. Los comentarios son muy similares para el VAN y para el ratio VAN/inversión. Con respecto al plazo de recuperación hay que indicar que si bien para los portainjertos estudiados resultan valores inferiores a los 30 años, destacando Atlante donde la inversión se recuperaría a los 9 años, los plazos para sin injertar y sin tratar resultan inasumibles. El agricultor habría de esperar 96 y 317 años para recuperar la inversión realizada.

Tabla 6. Value at Risk (5%) para el rendimiento anualizado, ratio valor actual neto (VAN) inversión, plazo de recuperación y valor actual neto (VAN)  
 Table 6. Value at Risk (5%) for net yield, ratio net present value / investment, payback and net present value

	Atlante	Creonte	Terrano	Sin injertar	Sin tratar
Anualizado	543	5.825	-1.297	-12.062	-21.135
VAN / inversión	0,044	0,479	-0,081	-0,754	-1,323
Plazo recuperación	9,01	28,82	17,64	95,90	317,80
VAN	6.558	70.307	-15.728	-148.221	-262.019

VAN: Valor anualizado neto.

## Conclusión

El portainjerto no solo aporta mejora sanitaria frente a nematodos, sino que aumenta la producción del cultivo y por lo tanto la rentabilidad obtenida. Siendo Creonte el más productivo entre los portainjertos estudiados.

## Agradecimientos

Al proyecto PO 07-41 de la Unión Europea-FEDER 80% PO Región de Murcia.

## Bibliografía

- Asci S, VanSickle JJ, Cantliffe DJ (2014). Risk in Investment Decision Making and Greenhouse Tomato Production Expansion in Florida. *International Food and Agribusiness Management Review* 17(4): 1-19.
- Bello A, López-Pérez JA, García Álvarez A, Arcos, SC, Ros C, Guerrero MM, Guirao P, Lacasa A (2004). Biofumigación con solarización para el control de nematodos en cultivo de pimiento. En: *Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento* (Eds. Lacasa A, Guerrero MM, Oncina M, Mora JA). Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia, España. pp: 129-208.
- Brealey R, Myers S (2001) *Principios de finanzas corporativas*. Editorial McGraw-Hill. Madrid, España. 1.066 pp.
- Fearon J, Asare J, Okran EO (2014). Contemporary Price Trends and their Economic Significance in the Ashanti Region of Ghana. *Biological Agriculture and Healthcare* 4(26): 38-47.
- Fernández EJ, Camacho F, Díaz M (2006). El injerto en el control de enfermedades telúricas en hortalizas. En: *Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas*. Ediciones Agrotécnicas S.L. pp. 65-75.
- Flegg JJM (1967) Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* species from soil by modification of Cobb's decanting sieving technique. *Annals of Applied Biology* 60: 429-437.
- Flores FB, Sánchez-Bel P, Estan MT, Martínez-Rodríguez MM, Moyano E, Morales B, Campos JF, Gracia-Abellán JO, Egea MI, Fernández-García N, Romojaro F, Bolarin MC (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulturae*. 125, 211-217.
- González FM, Hernández A, Casanova A, Depestre T, Gómez L, Rodríguez MG (2008). El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Revista Protección Vegetal* 23(2): 69-74.
- Grafiadellis I, Mattas, K (2000). An Economic Analysis of Soilless Culture in Gerbera Production. *Hortscience* 35(2): 300-303.
- Jovicich E, Cantliffe DJ, Vansickle JJ (2004). U.S. imports of colored bell peppers and the opportunity for greenhouse production of peppers in Florida. *Acta Horticulturae* 659: 81-85.
- King SR, Davis AR, Zhang X, Crosby K (2010) Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae* 127: 106-111.
- Lacasa A, Guerrero MM, Guirao P, Ros C (2002). Alternatives to Methyl Bromide in sweet pepper crops in Spain. *Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide*. Sevilla, 5-8 de marzo de 2002. T. Batchelor y J.M. Bolivar Ed. European Comission.
- Lee JM (2003). Advances in Vegetable Grafting. *Chronica Horticulturae* 43 (2):13-19.
- Lee JM (1994). Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience*. 29, 235-239.
- López-Galarza S, San Bautista A, Perez DM, Miguel A, Baixauli C, Pascual B, Maroto JV, Guardiola JL (2004). Effects of grafting and cytokinin-induced fruit setting on colour and sugar-content traits in glasshouse-grown triploid watermelon. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79, 971-976.
- López-Marín J, Porras I, Ros C, Brotons-Martínez J M (2015). Study of the performance of sweet pepper (*Capsicum annuum*) crop in greenhouses with the use of shading. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 112(1): 1-15.
- López-Marín J, Angosto JL, 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.
- 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, Fernández JA (2009). Agronomic Behaviour of grafted sweet pepper grown in a greenhouse in Mediterranean Area. *Acta Horticulturae* 807(1): 655-660.
- López-Marín J, González A, García-Alonso Y, Espi E, Salmeron A, Fontecha A, Real AI (2007). Use of Cool Plastic Films for Greenhouse covering in Southern Spain. International Symposium ISHS GreenSys 2007. *Acta Horticulturae* 801: 181-186.
- MAGRAMA (2015). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Observatorio de precios de los alimentos. <http://www.MAGRAMA.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-alimentacion/observatorio-precios/>. Acceso 15 marzo 2015.
- Martínez JJ, León HM (2004). Producción de fresa en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coah, México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004.
- Martínez V, Lacasa CM, Guerrero MM, Ros C, Martínez MC, Torres J, González A, Lacasa A (2008). Influencia de la localización del corte sobre el comportamiento en campo del pimiento injertado. *Actas de Horticultura* 54: 214-215.
- Rivard CL, Louws FJ (2008). Grafting to heirloom tomato production. *HortScience* 43: 2104-2111.
- Ros C, Guerrero MM, Martínez MA, Barceló N, Martínez MC, Bello A, Guirao P, Lacasa A (2004). La combinación injerto biofumigación en el control de *Meloidogyne incognita* en pimiento de invernadero. *Actas de Horticultura* 42: 26-32.
- Ros C, Martínez MA, Guerrero MM, Torres J, Lacasa MC, Lacasa A, Bello A (2007). Comportamiento de la resistencia a *Phytophthora* y *Meloidogyne* de patrones de pimiento. *Actas de Horticultura* 48: 534-537.
- San Bautista A, Calatayud A, Nebauer SG, Pascual B, Maroto JV, López-Galarza S (2011). Effects of simple and double grafting melon plants on mineral absorption, photosynthesis, biomass and yield. *Scientia Horticulturae* 130: 575-580.
- Suzuki E (1972). "Sandía de Yamato". Folleto informativo.
- Wagner HM (1995). Global sensitivity analysis. *Operations Research* 43: 948-969.
- (Aceptado para publicación el 25 de noviembre de 2015)