

Evaluación financiera de la viabilidad del uso de agua desalada en la agricultura de invernadero del Campo de Níjar (Almería, España)

J.A. Albaladejo-García, J.M. Martínez-Paz* y J. Colino

Universidad de Murcia. Departamento de Economía Aplicada, Facultad de Economía y Empresa, Campus de Espinardo, 30100 Murcia

Resumen

La disponibilidad de agua constituye el principal factor limitante, tanto por cantidad como por calidad, de la producción de hortalizas en invernaderos de la provincia de Almería. Actividad que se concentra en las comarcas litorales del Campo de Dalías, Bajo Andarax y del Campo de Níjar. Los recursos hídricos de la segunda zona proceden de acuíferos sobreexplotados y con problemas de salinidad. Hecho que limita las posibles alternativas de cultivos, aunque tal restricción podría ser franqueada con el uso de agua desalada, disponible en la comarca pero que tiene poca demanda dado su mayor coste para el agricultor. El objetivo central de este trabajo es estudiar la rentabilidad del uso del agua en la agricultura de invernaderos del Campo de Níjar, analizando la viabilidad financiera del uso del agua desalada. Para ello se ha realizado, en primer lugar, un estudio de la estructura de costes de las alternativas de cultivos más representativas de la comarca. Seguidamente, se ha estimado la máxima capacidad de pago por el agua mediante la productividad aparente del agua, así como los costes de nivelación y de cierre. Por último, se ha evaluado la rentabilidad financiera de los cultivos mediante el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rendimiento. Los resultados ponen de manifiesto la elevada capacidad media de pago por el agua del sistema productivo, a la que se asocian unos elevados niveles de rentabilidad financiera, que si bien son muy sensibles a los precios de venta de las diferentes producciones no se ven muy influenciados por el origen y/o coste del agua de riego.

Palabras clave: Análisis financiero, desalación, invernadero, productividad del agua.

Abstract

Financial evaluation of the feasibility of using desalinated water in the greenhouse agriculture of Campo de Níjar (Almería, Spain)

Water availability is the main limiting factor, both for quantity and quality, of the vegetable production in greenhouses in the province of Almería. This activity is located in the coastal regions of Campo de Dalías, Bajo Andarax and Campo de Níjar. The water resources of the second zone come mainly from over-exploited aquifers with salinity problems. This limits the possible alternative crops, although such restriction could be overcome with the use of desalinated water, available in the region but which has little demand given its higher cost for the farmer. The main objective of this work is to study the profitability of water use in the greenhouse agriculture of Campo de Níjar, analyzing the financial viability of irrigation with desalinated water. So, first a study has been conducted of the cost structure of the most represen-

* Autor para correspondencia: jmpaz@um.es

<https://doi.org/10.12706/itea.2018.024>

tative alternative crops of the region. Next, the maximum payment capacity for water has been estimated through the apparent productivity of the water, as well as the costs of leveling and closing. Finally, the financial profitability of the crops has been evaluated through the Net Present Value and the Internal Rate of Return. The results show the high average payment capacity for water of this productive system with high levels of financial profitability, which, although very sensitive to the sales prices of the different productions, are not very influenced by the origin and / or cost of irrigation water.

Keywords: Financial analysis, desalination, greenhouse, water productivity.

Introducción

Una de las consecuencias, a la par que motor, del desarrollo de la horticultura en invernadero en el sureste de España ha sido la sobreexplotación de sus aguas subterráneas. Por ello, muchos de los acuíferos de esta zona sufren importantes descensos de sus niveles piezométricos, que están originando problemas de agotamiento y salinización e intrusión marina en los situados cerca de la costa (Pellicer-Martínez *et al.*, 2015). Circunstancia que, además de suponer un problema para la sostenibilidad de esta actividad agraria impide el cumplimiento del principio de la conservación en buen estado ecológico de las masas de agua, objetivo central de la Directiva Marco del Agua (European Commission, 2000).

La horticultura en invernadero de Almería es sin duda uno de los mejores ejemplos de esta situación a nivel nacional. En esta provincia, la producción de hortalizas constituye un subsector de gran importancia económica, siendo la agricultura en invernaderos -concentrada en las comarcas del Campo de Dalías, Campo de Níjar y Bajo Andarax- uno de los factores determinantes de su intenso crecimiento económico en las últimas décadas (Martínez-Paz *et al.*, 2001) lo que ha permitido que Almería haya pasado de la penúltima posición en el ranking provincial español del Producto Interior Bruto (PIB) per cápita en la década de los 60 a ocupar un puesto intermedio en la actualidad, además de ubicarse en la primera plaza dentro de Andalucía (Aznar-Sánchez *et al.*, 2017).

En efecto, la economía almeriense tiene una elevada especialización hortícola, siendo la provincia española donde el sector agrario tiene una mayor relevancia. En el bienio 2014-2015, la aportación del sector primario al Valor Añadido Bruto (VAB) agregado se cifró en un sexto, elevándose a un quinto en lo que concierne a la población ocupada. Ambas cuotas son extraordinariamente elevadas ya que, en números redondos, multiplican por 2,5 a las correspondientes a Andalucía, y por más de cinco a las españolas (INE, 2018). Por otro lado, ese protagonismo de la agricultura se ve avalado por su participación en el total de las ventas provinciales fuera de las fronteras nacionales, que ha llegado a suponer el 90% del total de sus exportaciones (Extenda, 2018). A su vez, se ha creado en torno a la agricultura un importante grupo de actividades auxiliares, dando lugar al clúster agroindustrial almeriense (Aznar-Sánchez y Sánchez-Picón, 2010).

La comarca del Campo de Níjar (Figura 1), constituye la segunda zona en importancia de concentración de invernaderos en Almería. Con una superficie total de 950 km², en cotas inferiores a 300 metros, tiene una de las climatologías más áridas de todo el país, con una precipitación que apenas llega a los 350 mm y una insolación que supera las 3.000 horas anuales (Toro-Sánchez, 2008).

Esta elevada insolación, junto a la existencia de dos importantes acuíferos en su subsuelo, han propiciado un rápido crecimiento de la superficie cultivada en las últimas décadas (Molina, 2005), dadas las limitaciones al cre-

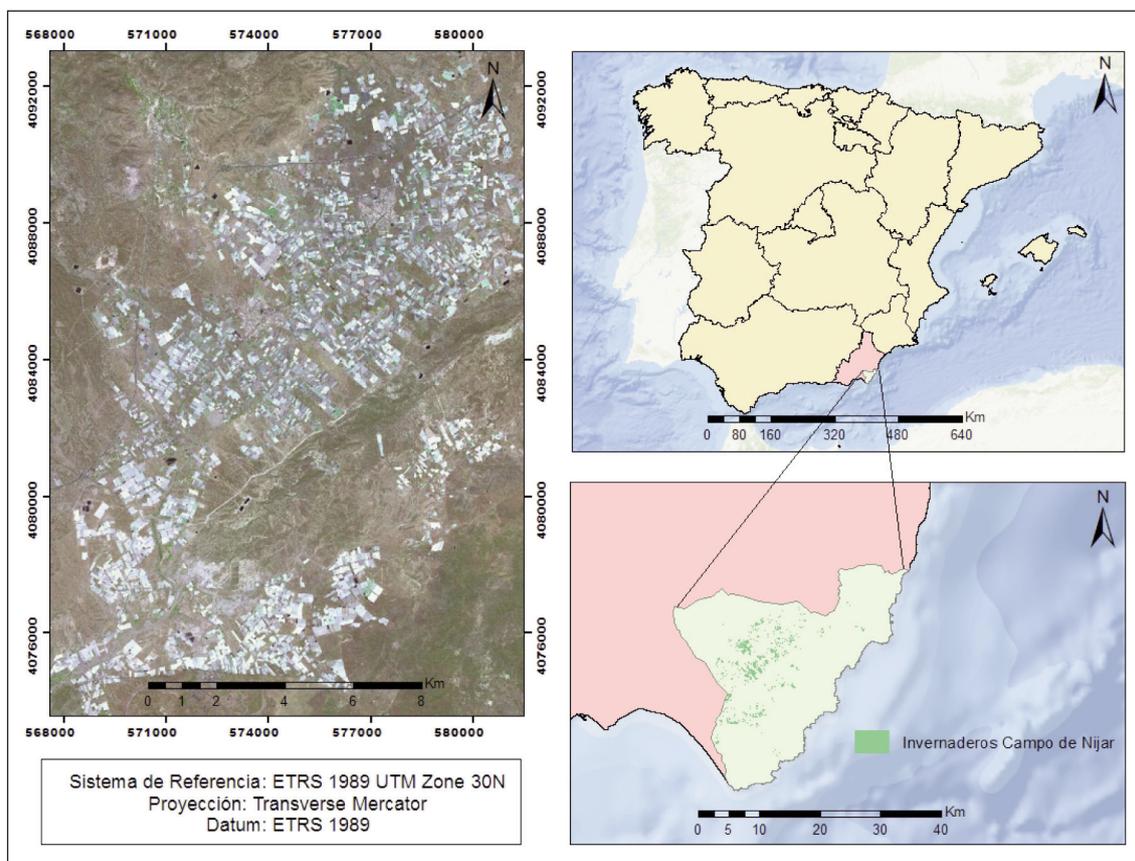


Figura 1. Zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Figure 1. Study zone.

cimiento de la actividad en el Campo de Dalías, comarca de origen del modelo de producción de invernaderos en Almería. Así, las aproximadamente 5.000 Has de superficie invernada del Campo de Níjar representan ya casi el 20% del total provincial, siendo además la comarca en la que su crecimiento ha sido mayor en la última década (García-García et al., 2016). La distribución por cultivos de la superficie invernada y el valor de la producción se recogen en la Tabla 1.

Prácticamente, la totalidad del agua utilizada en los invernaderos de la comarca de Níjar,

unos 44 hm³, es de origen subterráneo, procedente de la Unidad Hidrogeológica del Campo de Níjar, constituida fundamentalmente por dos grandes acuíferos: el del Campo de Níjar y el del Hornillo-Cabo de Gata. Como ya se señalaba en el Plan Hidrológico de Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Junta de Andalucía, 2009), esta masa de agua presenta un mal estado general, tanto cuantitativo como químico, con unos índices de explotación (salidas/entradas) estimados entre 1,4 y 2,5 y con una conductividad (salinidad) muy elevada, en el rango de 2 a 7 dS/m.

Esta elevada salinidad es responsable de la orientación productiva de la zona a un limitado número de hortalizas, tal como se muestra en la Tabla 1, ya que solo el tomate, el calabacín y la sandía toleran salinidades superiores a 2 dS/m, y solo el tomate por encima de 4 dS/m (Sánchez et al., 2015). El uso puntual de plantas desaladoras permite aminorar los niveles de salinidad del agua, aunque el vertido y la percolación al acuífero de las salmueras resultantes son un riesgo adicional para su deterioro.

Tabla 1. Superficie (%) y valor de la producción (millones de €) de los cultivos de invernadero del Campo de Níjar. 2015

Table 1. Area (%) and value of production (million €) of greenhouse crops in Campo de Níjar. 2015

Cultivos	Superficie	Valor de la Producción
Tomate	71,1	309,59
Pimiento	2,6	3,97
Calabacín	4,7	5,32
Sandía	19,7	27,60
Pepino	0,4	0,92
Berenjena	1,1	1,62
Judía	0,4	0,71
Total	100	348,08

Fuente: Valera et al. (2016) y elaboración propia.

Entre las causas, señaladas en el plan de cuenca, que han llevado a esta situación destacan: i) el exceso de volúmenes autorizados, ii) la existencia de aprovechamientos irregulares, iii) el insuficiente control de las extracciones, iv) la falta de planes de ordenación pendientes en los acuíferos con problemas de sobreexplotación (y aplicación efectiva de los ya aprobados) y v) el insuficiente aprovechamiento de recursos no convencionales.

Para frenar el deterioro del acuífero y asegurar el suministro de agua para riego se viene planteando el uso de recursos no provenientes del régimen natural: aguas regeneradas y, especialmente, la desalación de agua de mar (Muñoz et al., 2010; García-Caparrós, 2017). En la zona se ubica la planta desaladora de Carboneras, que entró en funcionamiento en 2005 y permite producir hasta 42 hm³/año, cifra que puede ser duplicada con una ampliación ya proyectada (Zarzo et al., 2013). Esta instalación, que fue en su momento la mayor planta de desalación de agua de mar de Europa tiene la finalidad, según la justificación de su memoria, de "garantizar el agua para el abastecimiento de los municipios del Levante almeriense y proporcionar agua para el regadío de 7.000 Has en el Campo de Níjar, permitiendo así la recuperación del acuífero sometido a una fuerte sobreexplotación". Pero, como sucede en muchas de las plantas desalinizadoras de la costa mediterránea española, el uso de esta instalación por los regantes viene siendo muy reducida (Aznar-Sánchez et al., 2017). Así pues, pese a que diversos estudios (Karagiannis y Soldatos, 2008; Lapuente, 2012; March et al., 2014; Alcón et al., 2014; Martínez-Granados y Calatrava, 2014; Martínez-Álvarez et al., 2016; Pellicer-Martínez y Martínez-Paz, 2016; Reca et al., 2018) justifican la viabilidad técnico-económica de la desalación para el abastecimiento de agua para el regadío, la realidad es que muchas de las nuevas plantas destinadas a este fin se encuentran inactivas por falta de demanda, algunas veces por falta de infraestructura de distribución, pero fundamentalmente por el mayor coste del agua desalada respecto al agua de los bombeos (Martínez-Paz et al., 2016; Zetland, 2017).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es estudiar la viabilidad financiera del uso del agua desalada en la agricultura de invernadero del Campo de Níjar, realizando un estudio comparado respecto al agua procedente de la explotación del agua sub-

terránea. Con este fin se estudiará la estructura de costes y de ingresos de los cultivos más representativos del sistema hortícola, evaluando su productividad, rentabilidad y capacidad de pago por el agua mediante los costes de cierre y de nivelación. En estos análisis se tendrá en cuenta la volatilidad de los ingresos, a través de la variabilidad anual de precios hortícolas, con el fin de enriquecer los indicadores de viabilidad presentados.

De este modo, este trabajo contribuye a aumentar las evidencias existentes sobre la viabilidad de los cultivos de invernadero del Campo de Níjar utilizando agua procedente de la desalación, analizado previamente por Barbosa (2013) en base a un análisis de costes. Este tipo de aproximación al estudio de la influencia del coste del agua en la viabilidad financiera de las explotaciones agrarias ha sido aplicado en numerosos estudios en el sector agrario, como son, por ejemplo, y para el caso español, los recogidos en los trabajos de Colino y Martínez-Paz (2007) para la agricultura murciana; o Freixa *et al.* (2010), Alcón *et al.* (2013), y Egea *et al.* (2017) para el olivar intensivo andaluz. El reciente trabajo de Badiuzzaman *et al.* (2017) realiza un interesante análisis de sustituibilidad de orígenes y usos del agua en California utilizando un enfoque coste-efectividad.

Material y métodos

Se exponen en este apartado los fundamentos de los indicadores financieros aplicados, el origen y tratamiento de los datos utilizados y los escenarios y supuestos adoptados en el presente trabajo.

Cabe antes señalar que el análisis financiero difiere de otro tipo de metodologías que estudian el valor del agua en sistemas agrícolas mediante métodos de corte económico (Turner *et al.*, 2004; Young, 2005) como son, entre otros, los métodos de precios hedóni-

cos (Berbel y Mesa, 2007), modelos de programación matemática (Martínez-Granados y Calatrava, 2014), método del valor residual (Mesa-Jurado *et al.*, 2007), método de la función de producción (Garrido-Colmenero *et al.*, 2014), valoración contingente (Colino y Martínez-Paz, 2007), experimentos de elección (Alcón *et al.*, 2014), etc., los cuales permiten estimar, por ejemplo, elasticidades en la demanda de agua, curvas de demanda de agua, valores marginales, disposición al pago máxima, indicadores de corte socioeconómico (Gómez-Limón *et al.*, 2009) e incluso estudiar el funcionamiento de estructuras complejas como son los mercados de agua (Gómez-Limón y Calatrava, 2016).

Dado el objetivo de este trabajo de analizar la capacidad de pago por el agua, la evaluación se ha desarrollado desde una óptica financiera o privada. El análisis de inversiones permitirá cuantificar la corriente de flujos y pagos de los invernaderos a lo largo de toda su vida útil obteniendo los indicadores clásicos de rentabilidad. Este análisis se complementa con indicadores específicos, como son la productividad aparente y los costes de nivelación y cierre del agua, que permite discutir con mayor precisión dicha capacidad de pago en el corto y medio plazo.

Indicadores financieros

Uno de los indicadores más empleados en una primera aproximación al estudio de la rentabilidad de un factor productivo es su productividad aparente, también conocida como relación insumo-producto, que se define como la ratio entre la producción obtenida y la cantidad de factor productivo utilizado (Doorenbos y Kassam, 1979; Bos *et al.*, 1993; Colino y Martínez-Paz, 2002). Este indicador, si bien es útil para estudios de evolución temporal y/o comparaciones entre distintos procesos productivos que utilizan dicho factor, es poco informativo en términos absolutos,

dado el carácter multifactorial de la producción (National Research Council, 1997).

Por ello, además de la productividad aparente del agua, en este trabajo se han calculado dos indicadores adicionales, el coste de nivelación y el coste de cierre para el agua, que además de caracterizar financieramente el papel del agua en la producción, permiten aproximar la capacidad de pago máxima para este factor variable. El coste de cierre se corresponde con el nivel en el que los costes variables y los ingresos totales se igualan, razón por la cual el agricultor tiene que hacer frente a unas pérdidas que coinciden con los costes fijos. El coste de nivelación es el que iguala los ingresos y los costes totales y, por tanto, se obtiene el beneficio estándar (Colby, 1989).

El coste de cierre define la capacidad máxima de pago por el agua en el corto plazo, donde existen factores productivos fijos que hay que remunerar, independientemente de que se produzca o no. A costes del factor superiores no interesaría producir, ya que los ingresos no permitirían cubrir en su totalidad los costes variables.

Por su parte, el coste de nivelación marca el techo de pago del precio del agua en el medio-largo plazo dado que, *ceteris paribus* el resto de partidas, por debajo del mismo se cubren todos los costes (fijos y variables) con los ingresos obtenidos. Un coste del agua por encima de su coste de nivelación llevaría al productor a plantear el cese de la actividad, ya que los ingresos de la explotación no permiten cubrir todos los costes de la misma.

Por consiguiente, para un cultivo dado, los valores del coste del agua en cierre (CC) y en nivelación (CN) se obtendrían operando con la estructura anual de ingresos y costes, según las siguientes expresiones:

$$\text{Coste cierre agua } CC = \frac{(IT - CVT')}{QA}$$

$$\text{Coste nivelación agua } CN = \frac{(IT - CF - CVT')}{QA}$$

Siendo: QA (m^3/ha) el consumo de agua, IT los ingresos totales ($€/ha$), CF los costes fijos ($€/ha$), CVT' los costes variables totales sin incluir el del agua ($€/ha$), con CC y CN en $€/m^3$.

En este trabajo se va a estudiar el coste de nivelación con dos variantes, resultantes de tener en cuenta o no la amortización anual de la inversión inicial como parte de los costes fijos, con el fin de poner de relieve la importancia de esta partida de instalación de los cultivos invernaderos. Además, se va a estudiar la influencia que tiene el coste del agua sobre la viabilidad financiera de este sistema productivo. Para tal fin, el análisis financiero de inversiones se presenta como la metodología más apropiada para este tipo de estudios (Bergmann y Bousard, 1976; Arbonés et al., 2014). Así pues, se determina la viabilidad de la inversión, de la que son conocidas las series de costes e ingresos que la misma origina a lo largo del tiempo, calculando entre otros tres indicadores básicos: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Periodo de Retorno (PR) (Ceña y Romero, 1982).

El VAN es un indicador que mide la rentabilidad absoluta de una inversión. Es la suma descontada de todos los flujos netos generados por la inversión expresado en unidades monetarias del año inicial. Si el VAN de una inversión es mayor que 0, el proyecto genera un beneficio neto y es, por tanto, deseable (Barbier et al., 1990; Hanley y Spash, 1993).

La TIR mide la rentabilidad relativa de una inversión, siendo por tanto el máximo tipo de interés al que se puede solicitar el capital necesario para un determinado proyecto sin que se produzcan pérdidas, es decir, el tipo de interés al que VAN es igual a cero (López-Marín et al., 2016).

El PR permite determinar el periodo de recuperación de la inversión inicial de un proyecto, calculado a partir de la suma acumulada de los flujos netos hasta que éstos se igualen a la inversión inicial (Turner et al., 2004).

Por otro lado, se realiza una parametrización del coste del agua, con el fin de estudiar cómo afecta su variación a la rentabilidad absoluta de la explotación. Además, y como ya se comentó en la introducción, dada la elevada variabilidad en el precio de venta de las hortalizas de primor, se va a realizar un análisis de sensibilidad, evaluando para cada caso cuatro escenarios de precios para cada cultivo: mínimo, medio, moda y máximo en la campaña de referencia.

$$VAN(Pv; cua) = \sum_{t=0}^n \frac{I(Pv) - CT(cua)}{(1+i)^t} \quad [1]$$

Siendo:

cua = Coste unitario del agua (€/m³)

Pv = Precio percibido por el agricultor (€/kg)

t = el horizonte temporal (años)

i = el tipo de interés anual (%)

I = Ingresos anuales (€/ha)

CT= Costes totales (€/ha)

Fuentes de información y cultivos evaluados

La construcción de los indicadores de viabilidad que se acaban de presentar requiere caracterizar de forma detallada las estructuras de costes e ingresos de los cultivos más representativos de la zona que se está examinando. Tarea especialmente compleja para este sistema agrícola, dada la variedad de cultivos y alternativas y la heterogeneidad –cuando no contradicción– de las cifras de la multitud de fuentes de información secundaria consultadas.

Entre las mismas se pueden destacar las siguientes: los informes del Observatorio de Precios y Mercados (Junta de Andalucía, 2017), que ofrecen datos referentes a la estructura de costes e ingresos para cada campaña agraria en la zona; el trabajo de Cabrera et al. (2015) de análisis de la campaña horto-

frutícola de Almería 2014/2015; el trabajo de Barbosa (2013) con datos de la campaña 2012/2013, con el que se ha contrastado la distribución de las partidas de costes; los estudios de Valera et al. (2016) y García-García et al. (2016) que realizan un estudio técnico económico de las principales alternativas de cultivo; los datos proporcionados por el “Centro de Innovación y Tecnología Fundación Finca Experimental Universidad de Almería/ Anecoop” y la consulta directa con agricultores y gerentes de explotaciones. Una vez caracterizadas las partidas de inversión inicial, costes por cultivos/alternativas y las cifras de ingresos se ha realizado una constatación directa con técnicos que trabajan en el sector de la zona, que, tras matizar algunas cifras, han validado los resultados finales de este análisis de ingresos y costes. Parte de esta información se presenta tanto en el epígrafe de resultados como en el estudio de la estructura de costes.

Los cultivos analizados en este trabajo corresponden a los presentes actualmente en el Campo de Níjar, que se recogen en la Tabla 1. Pero además se han estudiado cultivos potencialmente viables en la zona, dado que el uso de agua desalada eliminaría la restricción que supone la salinidad del agua en las orientaciones productivas comarcales. Así se ha analizado, por ejemplo, la viabilidad del cultivo del pepino y la berenjena –más representativos del Campo de Dalías– e incluso la introducción de productos tropicales, como el mango y la papaya.

El análisis tiene como punto de referencia la campaña agrícola 2014/15, por lo que todos los costes y precios son los vigentes durante la misma. Como ya se ha comentado, dada la gran variabilidad en los precios de venta de los productos hortícolas (Junta de Andalucía, 2017), se ha realizado el análisis de sensibilidad con cuatro escenarios de ingresos para cada cultivo/alternativa, definido por los correspondientes precios: mínimo, medio, modal y máximo.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos del análisis que se acaba de presentar. Por motivos de espacio no se presentan de forma detallada todas las alternativas y cultivos analizados, que sí son tenidos en cuenta en la discusión. Por tanto, se ha optado por presentar cuatro cultivos/alternativas: el tomate en ciclo largo y la alternativa tomate/sandía en ciclo corto, que son las más representativas del Campo de Níjar (con un 35% y 18% de la superficie respectivamente), así como las opciones pepino/melón –que es una rotación característica del Campo de Dalías– y la producción de papaya, posibles ambas en la zona de Níjar con agua de mayor calidad.

Los valores de TIR que se presentan dan una aproximación de la sensibilidad de la rentabilidad absoluta al tipo de interés mientras que los valores de precio de nivelación y cierre aproximan un análisis de sensibilidad al

coste del agua, independientemente de su origen.

Estructura de costes

Seguidamente, se muestran los resultados del estudio de la estructura de costes de los cultivos seleccionados. Se han diferenciado las tres categorías necesarias para el análisis: la inversión inicial, los costes fijos anuales y los costes variables.

La inversión inicial afecta a los desembolsos realizados por el agricultor al comienzo de la actividad para la instalación del invernadero y que tienen un carácter no periódico: preparación del suelo, construcción de la estructura del invernadero, etc. Se ha trabajado con dos modelos de invernadero: el tipo raspa y amagado –el más extendido en la comarca del Campo de Níjar en la actualidad– y un tipo multitúnel, más complejo pero necesario para los cultivos tropicales, como la papaya y el mango. Sus valores se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Inversión inicial (€/ha) y costes fijos anuales (€/ha.año) por tipo de invernadero
Table 2. Initial investment (€/ha) and annual fixed costs (€/ha.year) by type of greenhouse

	Raspa y Amagado	Multitúnel
Inversión inicial		
Preparación del suelo (Aporte y extensión de arena)	20.000	18.000
Coste ejecución invernadero	90.470	141.200
Sistema de riego por goteo	27.360	23.000
Total Inversión Inicial	137.830	182.200
Costes fijos		
Arena/tierra	283	333
Estiércol/Sustrato	2.020	1.060
Mantenimiento de estructuras	4.505	5.267
Plástico	3.224	3.300
Sistema de riego	799	500
Balsa	420	420
Otros	960	605
Total Costes Fijos	12.211	13.318

Fuente: Junta de Andalucía (2017), Valera et al. (2016) y elaboración propia.

Aclaremos que la compra del terreno, que en algunos estudios se contabiliza en esta clase de inversión, no ha sido incluida, dado su carácter permanente y no renovable (Colino y Martínez-Paz, 2002).

Los costes fijos están formados por los gastos periódicos e independientes del tipo de producción considerado, como son la reposición de arena, incorporación de estiércol y sustrato, las láminas de plástico, etc. Dada su distinta periodicidad, se ha calculado el coste anual equivalente por hectárea y año, que es el recogido en la Tabla 2 para los dos tipos de invernadero considerados.

Los costes variables son los gastos anuales característicos de cada alternativa de cultivo. En la Tabla 3 se recogen los datos para el caso del tomate en ciclo largo, la alternativa de cultivo tomate de otoño y sandía de primavera de ciclo corto, el pepino de otoño y el melón de primavera de ciclo corto y el cultivo

de la papaya, una vez que esta planta alcanza su rendimiento máximo, que es en el segundo año de cultivo. Cabe señalar que mientras que para los tres primeros existen abundantes estudios, lo que ha hecho que los datos presentados sean los más frecuentes para cada partida y cultivo, en el caso de la papaya apenas existía información, dado el carácter casi experimental de esta producción en la zona. La partida de agua ha sido valorada aquí a un coste unitario medio representativo del agua de pozo en la zona, que cabe cifrar en 0,25 €/m³ (Valera et al., 2016; Aznar-Sánchez et al., 2017).

En general, dentro de los costes variables, la mano de obra representa el mayor gasto (40-70%) seguido en importancia por los semilleros y los productos fitosanitarios. El agua de riego representa una parte reducida en la estructura de costes variables, no superando el 7% del total en el conjunto de los cultivos ana-

Tabla 3. Costes variables anuales (€/ha.año), producción y consumos
Table 3. Annual variable costs (€/ha.year), production and consumptions

	Tomate ciclo largo	Tomate/Sandía	Pepino/Melón	Papaya
Partidas				
Mano de obra	21.120	13.728	15.992	20.160
Semillero	5.250	8.540	10.345	—
Fitosanitarios	2.720	4.960	5.700	4.800
Electricidad	2.200	2.000	1.600	820
Varios	750	2.450	2.100	4.600
Agua (pozo)	2.225	1.975	2.000	1.550
Total	34.265	33.653	37.737	31.930
Producción y consumos				
Rendimiento (kg/ha)	176.900	87.200/62.200	97.900/46.100	70.714
Agua (m ³ /ha)	8.900	7.900	8.000	6.200
Trabajo (jornales/ha)	440	286	292	420
Margen Bruto (€/ha)	54.185	41.567	26.439	62.119
Ingresos (€/ha)	88.450	77.200	64.680	94.050

Fuente: Junta de Andalucía (2017), Valera et al. (2016) y elaboración propia.

lizados. La estructura de costes es bastante similar a la presentada en otros trabajos que analizan este sistema productivo en Almería (Barbosa, 2013; García-García et al., 2016; y Valera et al., 2016), lo que valida el proceso seguido para su obtención en este trabajo.

La Tabla 3 también recoge otros datos de las alternativas de cultivo analizadas, tales como el consumo de agua, el rendimiento, la mano de obra requerida y el margen bruto, ya que además de caracterizar mejor cada producción, forman parte de los análisis posteriores.

Indicadores financieros

En la Tabla 4 se recoge el valor de los cuatro indicadores financieros presentados en el apartado de metodología para las alternativas de cultivo que se vienen examinando.

La productividad aparente del agua, calculada a partir de la ratio entre el ingreso total por ventas y el consumo de agua es, para todos los productos y escenarios, muy elevada, con valores que para el precio de venta del producto medio giran en torno a los 10 €/m³, cuantía en línea con los resultados obtenidos por Sánchez et al. (2015) y Colino y Martínez-Paz (2007) en el mismo sistema productivo, que proporcionan unos valores de 7,76 €/m³ y 10,64 €/m³ para el tomate y la sandía respectivamente. Estos valores de productividad son, junto con el cultivo de la fresa en la costa onubense, los invernaderos de la Región de Murcia y los regadíos canarios, de los más altos presentes en el agro español (Gómez-Limón et al., 2009). Las altas productividades en el uso del agua de áreas mediterráneas como Almería (Albiac et al., 2008; Calatrava y Martínez-Granados, 2012; Sala-

Tabla 4. Productividad y costes característicos del agua por cultivos (€/m³)
Table 4. Productivity and characteristic water costs for crops (€/m³)

Alternativas	Precio producto (€/kg)	PAA	CNci	CNsi	CC
Tomate ciclo largo	Min: (0,32)	6,36	—	0,96	2,76
	Med: (0,50)	9,94	3,29	4,54	6,34
	Mod: (0,48)	9,54	2,91	4,14	5,94
	Max: (0,72)	14,31	7,67	8,91	10,71
Tomate/Sandía	Min: (0,44/ 0,17)	6,21	—	0,16	2,19
	Med: (0,60/ 0,40)	9,77	2,33	3,73	5,76
	Mod: (0,50/ 0,49)	9,38	1,94	3,34	5,37
	Max: (0,72/ 0,62)	12,83	5,39	6,79	8,82
Pepino/Melón	Min: (0,28/ 0,20)	4,93	—	0,12	1,46
	Med: (0,42/ 0,42)	8,09	0,83	1,61	3,62
	Mod: (0,44/ 0,51)	8,87	1,02	2,40	4,41
	Max: (0,71/ 0,67)	13,44	5,58	6,97	8,97
Papaya	Min: (1,02)	9,05	—	1,24	3,94
	Med: (1,33)	11,80	1,57	3,93	6,63
	Mod: (1,56)	13,84	3,56	5,92	8,62
	Max: (2,25)	19,96	9,55	11,9	14,61

PAA: Productividad aparente del agua; CNci: Coste de nivelación con inversión inicial; CNsi: Coste de nivelación sin inversión inicial; CC: Coste de cierre del agua.

Fuente: Elaboración propia.

zar-Moreno et al. 2014) se deben a la combinación de altos rendimientos, un bajo consumo hídrico y el uso intensivo de muchos factores productivos, como pone de manifiesto la baja participación del coste del agua en la estructura de costes totales que se deduce de los datos presentados en el Tabla 3.

La elevada productividad del agua es una de las justificaciones frecuentemente esgrimidas para argumentar la necesidad de garantizar los suministros de agua a este tipo de zonas, e incluso para fijar los techos de pago del sistema por este input. Este indicador, no obstante, no es el más apropiado para cuantificar la capacidad de pago del agricultor puesto que el agua no es un factor productivo aislado y más en un sistema con una elevada inversión inicial. Los indicadores de coste de cierre y coste de nivelación, al tener en cuenta la estructura de costes completa, permiten acotar de forma mucho más correcta los umbrales del importe máximo del agua que puede permitirse el sistema. Examinando los resultados obtenidos para el coste de nivelación (con o sin inversión inicial), las alternativas analizadas dan lugar a unos valores sensiblemente inferiores a la mitad de su productividad, aunque bastantes más elevados que un coste estándar para el agua desalada (0,6 €/m³) para los precios medio y modal de venta. A su vez, todos los cultivos estudiados dan como resultado valores de coste de cierre elevados, asegurando su capacidad de pago por el input en el corto plazo. El análisis de escenarios de los precios de los productos pone de manifiesto la gran sensibilidad de estos indicadores a la volatilidad de los mismos, evidenciando que, si bien en el corto plazo (coste de cierre) el agricultor puede hacer frente a una elevación del coste del agua antes que perder la cosecha, ante descensos del nivel de precios percibidos, en el medio y largo plazo esta situación no sería financieramente sostenible.

Rentabilidad y precio del agua

Para desarrollar este apartado se ha construido un modelo de análisis financiero de la rentabilidad de la inversión para cada cultivo/alternativa, en que se ha fijado una vida útil de la inversión (n) de 20 años y se ha aplicado una tasa de interés anual estándar (i) del 5% (ICO, 2018). Se han considerado dos costes unitarios del agua, 0,25 €/m³, que es el coste actual pagado por el agricultor por el agua de pozo en la zona y de 0,6 €/m³, que supondría el coste del agua desalada. A partir de tales premisas, se indaga tanto la variación de la rentabilidad de las alternativas actualmente presentes en el Campo de Níjar (tomate en ciclo largo y tomate/sandía) al cambio de fuente de suministro, como la viabilidad de introducir nuevas alternativas (pepino/melón y papaya) gracias al uso de agua desalada. También se ha realizado en todos los casos un análisis de sensibilidad a los precios percibidos por el agricultor, considerando cuatro escenarios, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.

La puesta en marcha de un invernadero en el Campo de Níjar, con el supuesto de precios medios, constituye una inversión bastante rentable, a la vista de la TIR calculada. Dicha rentabilidad muestra una mayor sensibilidad a los precios vigentes para cada producto que al coste del agua. En efecto, el cambio de origen y, por tanto, del coste del agua hace descender la rentabilidad de la inversión menos de un 2% en todos los casos. Cabe señalar que las dos alternativas evaluadas que dependerían del uso del agua desalada presentan unos resultados más bajos en cuanto a rentabilidad, especialmente en el caso del plan de pepino/melón que no sería viable al precio medio percibido por ambos productos.

Los resultados se encuentran en línea con los obtenidos en otros estudios en España. En cultivos invernados como son los trabajos de Colino y Martínez-Paz (2007) y Barbosa (2013)

Tabla 5. Indicadores de rentabilidad según origen del agua: subterránea (PP) y desalada (PD)
 Table 5. Profitability indicators according to water origin: underground (PP) and desalinated (PD)

Alternativas	Precio producto	VAN _{PP} (€)	VAN _{PD} (€)	TIR _{PP} (%)	TIR _{PD} (%)	PR _{PD} (años)
Tomate ciclo largo	Min	-59.248	-98.068	2,1	—	—
	Med	337.573	298.754	18,3	16,9	7
	Mod	293.482	254.662	16,7	15,2	8
	Max	822.577	783.758	35,8	34,4	4
Tomate/Sandía	Min	-147.156	-181.614	—	—	—
	Med	205.000	170.542	13,4	12,1	9
	Mod	166.093	131.635	11,9	10,6	10
	Max	505.937	471.479	24,3	23,1	6
Pepino/ Melón	Min		-351.568		—	—
	Med		-36.816		3,4	—
	Mod		41.782		6,4	14
	Max		496.765		23,9	5
Papaya	Min		-132.728		—	—
	Med		74.933		7,8	13
	Mod		229.004		12,8	9
	Max		691.218		25,9	5

VAN Valor Actual Neto; TIR: Tasa Interna de Rendimiento; PR: Periodo de Retorno.

Fuente: Elaboración propia.

que obtienen rentabilidades en torno al 10% para el análisis de los cultivos de tomate y la alternativa tomate/sandía respectivamente. En cultivos leñosos, que también tienen un capítulo importante de inversión inicial, algunos ejemplos de rentabilidades calculadas en estudios recientes son el 13% para el olivar en regadío en Andalucía (Egea *et al.*, 2017) y del 11,8% en el Valle del Ebro (Arbonés *et al.*, 2014); 6% para almendro intensivo en riego (Alcón *et al.*, 2013); 10% para el limonero (García, 2014); o diferentes frutales en la Región de Murcia con una TIR de entre el 2,27% al 12,41% (García, 2007).

Indicador comarcal agregado

A modo de síntesis se ha calculado un indicador comarcal agregado a partir de las ra-

tios de rentabilidad que se han utilizado, ponderando su valor para cada cultivo/alternativa en función de su presencia territorial en la zona de estudio. Los resultados reflejados en la Tabla 6 y en la Figura 2 proporcionan dicho indicador comarcal agregado, así como el valor individual de todos los cultivos presentes en la zona, calculados a partir del precio medio percibido por el agricultor.

Las cuatro alternativas con importancia en la comarca tienen una elevada productividad aparente, destacando los más de 13 €/m³ del cultivo de tomate *cherry* en ciclo largo. En consecuencia, el indicador comarcal es también muy elevado, superando los 10 €/m³.

Las cifras del coste de nivelación y de cierre, entre 2,87 y 5,83 €/m³, constituyen una referencia de la elevada capacidad de pago por el agua de este sistema productivo en su

Tabla 6. Productividad y costes característicos del agua en el Campo de Nijar. (€/m³)
 Table 6. Productivity and characteristic costs of water in the Campo de Nijar. (€/m³)

Alternativas	Ocupación (%)	PAA	CNci	CNsi	CC
Tomate ciclo largo	35,1	9,94	3,29	4,54	6,34
Cherry ciclo largo	20,0	13,30	3,89	5,12	6,91
Tomate/Sandía	18,2	9,77	2,33	3,73	5,76
Cherry/Sandía	19,0	8,81	2,22	2,54	4,11
Calabacín/Sandía	4,3	8,60	0,88	2,51	4,87
Tomate/Calabacín	1,3	10,81	2,54	3,96	6,01
Pimiento/Sandía	1,1	5,91	-0,70	0,98	2,51
Pimiento ciclo largo	1,0	12,03	2,93	4,78	7,45
COMARCA ¹	100	10,30	2,87	4,00	5,83

¹ Media aritmética ponderada por la ocupación.

PAA: Productividad aparente del agua; CNci: Coste de nivelación con inversión inicial; CNsi: Coste de nivelación sin inversión inicial; CC: Coste de cierre del agua.

Fuente: Valera et al. (2016) y elaboración propia.

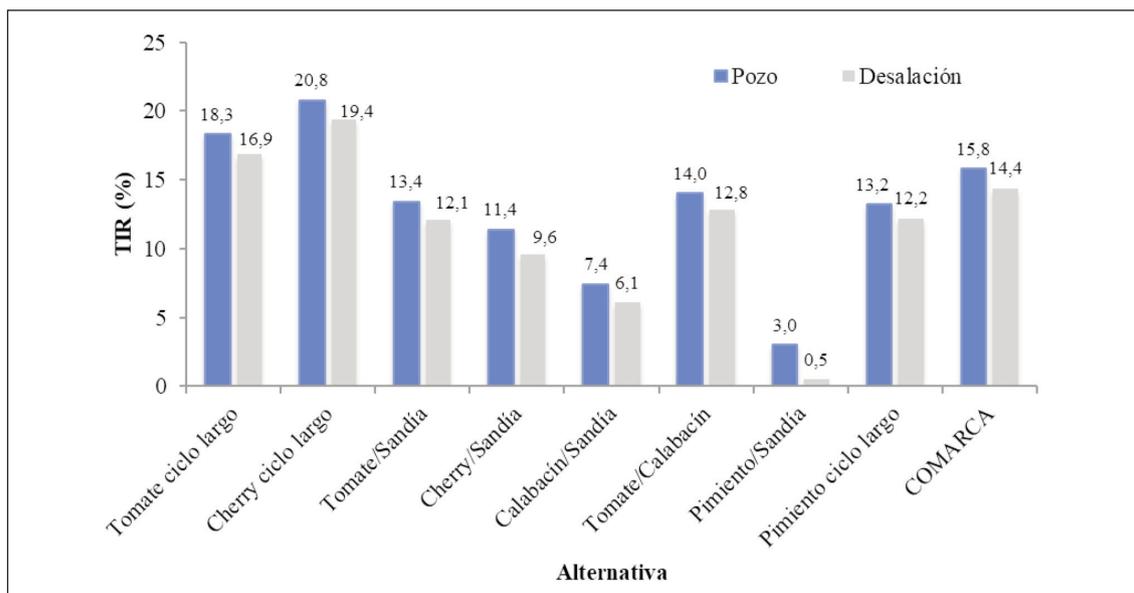


Figura 2. Tasa Interna de Rendimiento según cultivos/origen del agua.

Fuente: Elaboración propia.

Figure 2. Internal Rate of Return according to crops/origin of water.

conjunto, donde el coste del agua desalada no ha de suponer un freno a su viabilidad económica. Esta conclusión se ve refrendada por las cifras de TIR mostradas en la Figura 2, en las que se evidencia que el mayor coste del agua desalada apenas hace caer la rentabilidad en 1,4 puntos en el conjunto de la comarca, apenas un 10% del rendimiento financiero alcanzado.

Conclusiones

Este trabajo ha analizado desde una óptica financiera el papel del agua en el sistema de producción hortícola en invernadero del Campo de Níjar, caracterizándolo a partir de un conjunto amplio de indicadores que van desde la productividad, los costes de nivelación y de cierre y la viabilidad financiera de este modelo agrícola.

Los resultados han puesto de manifiesto la elevada productividad aparente del agua para todos los cultivos, con unos niveles de nivelación y cierre muy superiores a los costes de obtención del recurso no convencionales, como la desalación. Así, el mayor coste que para el agricultor representa el uso del agua desalada no ha de suponer una amenaza a la viabilidad económica del sector, dada la baja participación relativa que tiene el coste del agua en la estructura de costes variables totales de este tipo de explotaciones.

Por tanto, la recuperación del muy deteriorado y sobreexplotado sistema de acuíferos de la zona, que hasta ahora viene siendo la fuente de recursos hídricos para todo este enclave agrario, habría de pasar por una sustitución de sus bombeos por caudales procedentes de la cercana instalación desaladora de agua de mar de Carboneras, muy infrautilizada en la actualidad.

Además, esta sustitución de origen del agua proporcionaría a la zona la posibilidad de ampliar el abanico de orientaciones produc-

tivas, actualmente muy restringidas a unos pocos cultivos debido a la elevada salinidad del agua bombeada. Esta diversificación productiva es uno de los instrumentos que tiene la zona para amortiguar una de sus amenazas más importantes, como es la volatilidad de precios. El análisis de escenarios, en función de los precios percibidos por los agricultores, ha puesto de manifiesto que es el descenso de los mismos el factor que pone en cuestión los indicadores de rentabilidad, en medida muy superior a la elevación del coste del agua.

Estas conclusiones son refrendadas de forma cualitativa por el propio sector en el trabajo de García-García et al. (2016) en el que, a partir de una encuesta a una muestra representativa de horticultores en invernadero de Almería, el 93,1% señala los bajos precios de los productos como el problema más importante del sector. En este estudio, el problema de "mala calidad y escasez del agua" es indicado por un 8,2% de los entrevistados, que, si bien parece un porcentaje bajo, es nueve veces superior al porcentaje que lo indicaban apenas 7 años antes (0,9%), lo cual no deja de ser indicativo de la progresiva conciencia que viene tomando el sector respecto a la precaria situación de los recursos hídricos en la zona y la necesidad de medidas para garantizar su suministro.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro de los resultados del proyecto de investigación 19342/PI/14 financiado por la "Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" en el marco de PCTIRM 2011-2014. El mismo fue desarrollado durante la estancia de investigación del segundo autor en la Fundación Finca Experimental Universidad de Almería – Anecoop (Almería). Los autores agradecen las sugerencias de los revisores anónimos que han permitido mejorar este trabajo.

Bibliografía

- Albiac J, Tapia J, Meyer A, Hanemann M, Mema M, Calatrava J, Uche J, Calvo E (2008). Los problemas económicos de la planificación hidrológica. *Revista de Economía Aplicada* 16(47): 25-50.
- Alcón F, Egea G, Nortes PA (2013). Financial feasibility of implementing regulated and sustained deficit irrigation in almond orchards. *Irrigation Science* 31(5): 931-941.
- Alcón F, Tapsuwan S, Brouwer R, de Miguel MD (2014). Adoption of irrigation water policies to guarantee water supply: a choice experiment. *Environmental Science & Policy* 44: 226-236.
- Arbonés A, Pascual M, Rufat J (2014). Análisis técnico-económico de diferentes sistemas de plantación de olivo en zonas semiáridas del Valle del Ebro. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 110(4): 400-413.
- Aznar-Sánchez JA, Sánchez-Picón A (2010). Innovación y distrito en torno a un "milagro": la configuración del sistema productivo local de la agricultura intensiva en Almería. *Revista de historia industrial* 42: 157-193.
- Aznar-Sánchez JA, Belmonte-Ureña LJ, Valera DL (2017). Perceptions and Acceptance of Desalinated Seawater for Irrigation: A Case Study in the Níjar District (Southeast Spain). *Water* 9(6): 408.
- Badiuzzaman P, McLaughlin E, McCauley D (2017). Substituting freshwater: Can ocean desalination and water recycling capacities substitute for groundwater depletion in California? *Journal of Environmental Management* 203: 123-135.
- Barbier EB, Markandya A, Pearce DW (1990). Environmental sustainability and cost-benefit analysis. *Environment and Planning A: Economy and Space* 22(9): 1259-1266.
- Barbosa O (2013). Análisis y rentabilidad económica del uso del agua en el riego de invernaderos del Campo de Níjar. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Almería. 44 pp.
- Berbel J, Mesa P (2007). Valoración del agua de riego por el método de precios quasi-hedónicos: aplicación al Guadalquivir. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 14: 127-144.
- Bergmann H, Boussard JM (1976). Guide to the Economic Evaluation of Irrigation Projects. (Revised version).
- Bos MG, Murray-Rust DH, Merrey DJ, Johnson HG, Snellen WB (1993). Methodologies for assessing performance of irrigation and drainage management. *Irrigation and drainage systems* 7(4): 231-261.
- Cabrera A, Uclés D, Agüera T (2015). Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería-Campaña 2014/2015. *Informes y Monografías* 51. Ed. Cajamar Caja Rural, Almería. 82 pp.
- Calatrava J, Martínez-Granados (2012). El valor de uso del agua en el regadío de la cuenca del Segura y en las zonas regables del trasvase Tajo-Segura. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 12: 5-32.
- Ceña F, Romero C (1982). Evaluación económica y financiera de inversiones agrarias. Ed. Banco de Crédito Agrícola. Madrid. 346 pp.
- Colby BG (1989). Estimating the value of water in alternative uses. *Natural Resources Journal* 29(2): 511-527.
- Colino J, Martínez-Paz JM (2002). El agua en la agricultura del Sureste español: productividad, precio y demanda. En: *La agricultura mediterránea del siglo XXI. Mediterráneo Económico* 2 (Coord. Álvarez-Coque JM), pp. 199-221. Cajamar Caja Rural, Almería.
- Colino J, Martínez-Paz JM (2007). Productividad, disposición al pago y eficiencia técnica en el uso del agua: la horticultura intensiva de la Región de Murcia. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 7(14): 109-125.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield response to water. *FAO Irrigation and drainage* 33. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 257 pp.
- Egea G, Fernández JE, Alcón, F (2017). Financial assessment of adopting irrigation technology for plant-based regulated deficit irrigation scheduling in super high-density olive orchards. *Agricultural Water Management* 187: 47-56.
- European Commission (2000). Directive 2000/EC of the European Parliament and of the Council of

- 23 October 2000. Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Official Journal 22 December 2000 L 327/1, Brussels, European Commission. 72 pp.
- Extenda (2018) Observatorio de la internacionalización de la economía andaluza. Junta de Andalucía. Disponible en: <https://www.extenda.es/web/opencms/servicios/observatorio> (Consultado: 20/03/2018)
- Freixa E, Gil JM, Tous J, Hermoso JF (2010). Comparative study of the economic viability of high and super-high-density olive orchards in Spain. *Acta Horticulturae* 924: 247-254.
- García J (2007). Evaluación económica y eficiencia del agua de riego en frutales de regadío. Ed. IMIDA, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. Conserjería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Murcia. 115 pp.
- García J (2014). Análisis del sector del limonero y evaluación económica de su cultivo. Ed. IMIDA, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. Conserjería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Murcia. 148 pp.
- García-Caparrós P, Contreras JI, Baeza R, Segura ML, Lao MT (2017). Integral Management of Irrigation Water in Intensive Horticultural Systems of Almería. *Sustainability* 9(12): 2271.
- García-García MC, Céspedes-López AJ, Pérez-Parra JJ, Lorenzo-Mínguez P (2016). El sistema de producción protegido de la provincia de Almería. Ed. IFAPA, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Almería. 179 pp.
- Garrido-Colmenero A, Palacios E, Calatrava J (2004). La importancia del valor, costo y precio de los recursos hídricos en la Gestión. Ed. Proyecto Regional de cooperación técnica para la formación en economía y políticas agrarias y de desarrollo rural en América Latina (FODEPAL). 49 pp.
- Gómez-Limón JA, Calatrava J, Garrido A, Sáez FJ, Xabadía A (2009). La economía del agua de riego en España. Ed. Cajamar Caja Rural, Almería. 528 pp.
- Gómez-Limón JA, Calatrava J (2016). Los mercados de agua en España. Presente y perspectivas. Serie económica Cajamar 26. Ed. Cajamar Caja Rural, Almería. 480 pp.
- Hanley ND, Spash CL (1993). Cost-benefit analysis and the environment. Aldershot, UK, Edward Elgar. 288 pp.
- ICO (2018). ICO Empresas y Emprendedores. Instituto de Crédito Oficial. Disponible en: <https://www.ico.es/web/ico/lineas-ico> (Consultado: 20/03/2018)
- INE (2018): Contabilidad Regional de España. Serie base 2010. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.es/> (Consultado: 21/03/2018)
- Junta de Andalucía (2009). Memoria del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas 2009-2015. Ed. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. 359 pp.
- Junta de Andalucía (2017). Observatorio de Precios y Mercados. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/> (Consultado: 20/03/2018)
- Karagiannis IC, Soldatos PG (2008). Water desalination cost literature: review and assessment. *Desalination* 223(1-3): 448-456.
- Lapuente E (2012). Full cost in desalination. A case study of the Segura River Basin. *Desalination* 300: 40-45.
- López-Marín J, Porras I, Ros C, Brotons-Martínez JM (2016). Estudio de la rentabilidad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero con el uso de sombreo. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 112(1): 57-71.
- March H, Saurí D, Rico-Amorós AM (2014). The end of scarcity? Water desalination as the new cornucopia for Mediterranean Spain. *Journal of Hydrology* 519: 2642-2651.
- Martínez-Álvarez V, Martín-Gorrioz B, Soto-García M (2016). Seawater desalination for crop irrigation – A review of current experiences and revealed key issues. *Desalination* 381: 58-70.
- Martínez-Granados D, Calatrava J (2014). The role of desalination to address aquifer overdraft in SE Spain. *Journal of Environmental Management* 144: 247-257.
- Martínez-Paz JM, Martínez-Carrasco F, Dios-Palomares R (2001). Analysis of the evolution of

- protected horticulture in Almeria Area: Cycles, structure and growth. *Acta Horticulturae* 559: 713-718.
- Martínez-Paz JM, Perni A, Ruíz P, Pellicer F (2016). Valoración económica de los fallos de suministro en los regadíos de la cuenca del Segura. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 244: 35-67.
- Mesa-Jurado MA, Pistón JM, Mesa P, Berbel J (2007). Aplicación de la metodología del valor residual del agua de regadío en la Cuenca del Guadalquivir. VI Congreso de Economía Agraria "De la Economía Agraria a la Economía Rural y Agroalimentaria". 19-21 septiembre, Albacete, España.
- Molina J (2005). La economía de la provincia de Almería. Ed. Cajamar Caja Rural, Almería. 704 pp.
- Muñoz I, del Mar M, Fernández-Alba AR (2010). Life Cycle Assessment of biomass production in a Mediterranean greenhouse using different water sources: Groundwater, treated wastewater and desalinated seawater. *Agricultural systems* 103(1): 1-9.
- National Research Council (1997). Valuing ground water: economic concepts and approaches. Ed. The National Academies Press, Washington, DC. 204 pp.
- Pellicer-Martínez F, González-Soto I, Martínez-Paz JM (2015). Analysis of incorporating groundwater exchanges in hydrological models. *Hydrological Processes* 29(19): 4361-4366.
- Pellicer-Martínez F, Martínez-Paz JM (2016). The Water Footprint as an indicator of environmental sustainability in water use at the river basin level. *Science of the Total Environment* 571: 561-574
- Reca J, Trillo C, Sánchez JA, Martínez J, Valera D (2018). Optimization model for on-farm irrigation management of Mediterranean greenhouse crops using desalinated and saline water from different sources. *Agricultural Systems*. In press.
- Salazar-Moreno R, Rojano-Aguilar A, López-Cruz IL (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *Tecnología y ciencias del agua* 5(2), 177-183.
- Sánchez JA, Reca J, Martínez J (2015). Water productivity in a Mediterranean semi-arid greenhouse district. *Water Resources Management* 29(14): 5395-5411.
- Toro-Sánchez, FJ (2008). El uso del agua en Níjar: implicaciones ambientales del modelo actual de gestión. *Revista de estudios regionales* 83: 145-176.
- Turner RK, Georgiou S, Clark R, Brouwer R, Burke JJ (2004). Economic valuation of water resources in agriculture: From the sectoral to a functional perspective of natural resource management. *FAO Water Reports* 27. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.. 187 pp.
- Valera DL, Belmonte LJ, Molina FD, López A (2016). Greenhouse agriculture in Almería. A comprehensive techno-economic analysis. Ed. Cajamar Caja Rural, Almería. 408 pp.
- Young RA (2005). Determining the economic value of water: concepts and methods. Ed. *Resources for the Future*, Washington, D.C. 376 pp.
- Zarzo D, Campos E, Terrero E (2013). Spanish experience in desalination for agriculture. *Desalination and Water Treatment* 51(1-3): 53-66.
- Zetland D (2017). Desalination and the commons: tragedy or triumph? *International Journal of Water Resources Development* 33(6): 890-906.

(Aceptado para publicación el 20 de julio de 2018)