



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

**Give to AgEcon Search**

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## Productividad, disposición al pago y eficiencia técnica en el uso del agua: la horticultura intensiva de la Región de Murcia

José Colino Sueiras<sup>a</sup> y José Miguel Martínez Paz<sup>a</sup>

**RESUMEN:** Este trabajo presenta los resultados derivados de un estudio sobre eficiencia y productividad del agua en la horticultura intensiva litoral del sureste español. Tras la caracterización de esta actividad productiva, se analizan 230 encuestas directas a horticultores y 50 entrevistas a técnicos agrarios realizadas en la campaña 2004/05, calculando la productividad aparente y los precios de nivelación y cierre para los cultivos más característicos. Seguidamente se estima la disposición al pago por el agua de los horticultores, la cual muestra una relación positiva con los niveles de eficiencia técnica previamente estimados para este sistema productivo.

**PALABRAS CLAVE:** Agua, horticultura intensiva, eficiencia técnica, disposición al pago.

**Clasificación JEL:** Q12, C61.

### Productivity, willingness to pay and technical efficiency in the use of water: the intensive horticulture in Murcia

**SUMMARY:** This work presents some results derived from a study on efficiency and productivity of the water in the coastal intensive horticulture of the Spanish South-eastern. After the characterization of this productive activity, 230 direct surveys to horticulture's farmers and 50 interviews to agrarian technicians (made in campaign 2004/05) are analyzed, measuring the productivity and the levelling-prices and stop-price of water for the most characteristic productions. The paper finally analyzes the «willingness to pay» by the water revealed by the farmers, which shows a positive relation with the levels of technical efficiency at this productive system.

**KEYWORDS:** Water, intensive horticulture, efficiency, willingness to pay.

**JEL classification:** Q12, C61.

<sup>a</sup> Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Murcia.

*Agradecimientos:* Este trabajo es el resultado de una parte del proyecto de Investigación «Eficiencia económica, demanda y productividad del agua en la agricultura del sureste español», financiado por la Fundación Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia (Consejo de Europa). Igualmente, los autores desean expresar su agradecimiento a los revisores anónimos de la revista, cuyas sugerencias han contribuido a mejorar diferentes aspectos del presente trabajo.

*Dirigir correspondencia a:* José Martínez Paz. E-mail: jmpaz@um.es

Recibido en agosto de 2007. Aceptado en noviembre de 2007.

## 1. Introducción

La mejora de la eficiencia en el uso y gestión del agua es un objetivo central de todos los sistemas productivos en los que este recurso natural —al margen de su caracterización como activo ecosocial y ambiental (Aguilera, 1998)— es un bien económico, es decir, presenta problemas de escasez y competencia por su uso lo que, por otro lado, se ajusta perfectamente a su situación en la mayor parte del mundo (Petra y Hellegers, 2006).

En España concretamente, el debate teórico ha alcanzado un satisfactorio grado de desarrollo, existiendo un amplio consenso respecto al planteamiento de que nos encontramos en una fase de economía madura del agua, en la que las actuaciones en política hidráulica deben estar más orientadas a la gestión de la demanda que a la expansión de la oferta (Martínez y Llamas, 2000). Por tanto, una de las labores prioritarias debe ser la realización de estudios empíricos, fundamentados en situaciones y territorios concretos, que muestren las diferentes realidades de la asignación productiva del agua en nuestro país (Fontela, 2000; Garrido, 2000). Reto al que la comunidad científica viene respondiendo con un número creciente de fructíferos estudios en el ámbito de la economía del agua que, en gran medida, tienen por objeto la agricultura de regadío, que es la actividad donde se concentra la mayor parte del consumo de este input productivo.

No obstante, la literatura disponible adolece de un cierto desequilibrio territorial. Así, mientras que la investigación de distintos temas —productividad, demanda de agua, modelos de simulación...— cuenta ya con un notable stock de trabajos en el ámbito de las agriculturas de regadío extensivas, especialmente en el Valle del Guadalquivir, existen menos estudios que aborden esta cuestión en el sureste español que, precisamente, es el área geográfica con mayores problemas en el suministro y donde una agricultura dinámica y rentable compite por el uso del agua con una población (permanente y estacional) en rápida expansión. El presente artículo tiene como objeto de análisis uno de los sistemas más representativos de la segunda de las zonas citadas —la horticultura intensiva litoral del sureste de España, centrándonos en los invernaderos de la Región de Murcia—, sin perjuicio de que el planteamiento metodológico adoptado y muchas de sus conclusiones tengan también validez en otros espacios agrarios.

La horticultura se erige en el paradigma de una actividad agraria intensiva, con una elevada productividad de la tierra a costa de altos requerimientos de trabajo por unidad de superficie. En el caso de la Región de Murcia, se trata de un sector con un elevado grado de profesionalización, con una importante dimensión económica de las explotaciones y altas tasas de asalarización. Además, a partir de su plena integración en el mercado interior de la UE ha experimentado un comportamiento netamente expansivo. En una comunidad en la que la escasez de recursos hídricos es palpable, el dinamismo de la actividad hortícola sólo ha sido posible por la acción conjunta de dos circunstancias: a) El trasvase Tajo-Segura, que ha venido aportando una media anual de 420 Hm<sup>3</sup> en las últimas cinco campañas, de los que aproximadamente las dos terceras partes se han destinado a regadío; b) La sobreexplotación de aguas sub-

terráneas, que ha dado lugar al agotamiento de gran parte de las reservas subterráneas (Martínez y Esteve, 2002). Por otro lado, la fuerte demanda de trabajo de las explotaciones hortícolas sólo ha podido ser satisfecha mediante mano de obra inmigrante. Fuerza de trabajo que, con excesiva frecuencia para los empleadores, una vez que regulariza su situación laboral prefiere buscar empleo en actividades no agrarias, como la construcción y ciertas ramas de los servicios (Colino, 2007).

Iniciativa empresarial, recursos hídricos y mano de obra son, pues, los pilares sobre los que se asienta una actividad que, en el momento actual, enfrenta a un panorama cargado de incertidumbre. La futura creación de una zona de libre comercio de la UE con los países del Magreb conducirá a que las actuales restricciones —cupos, calendarios...— a la entrada de sus producciones agrarias sean reducidas y/o eliminadas, lo que acarreará serias dificultades a las explotaciones que, en una actividad trabajo-intensiva, basen su competitividad en los precios lo que, al margen de la posible supervivencia de ciertos nichos ligados a la calidad y a la diferenciación del producto, podría suponer la desaparición de una parte notable de la producción.

No cabe albergar dudas sobre la importancia relativa que en la estructura productiva de la citada comunidad tiene la agricultura: 5,9% del VAB agregado en 2006, lo que dobla la cuota del sector en el conjunto español, pero no es menos cierto que estamos en presencia de una actividad que aporta una fracción muy minoritaria de las rentas primarias generadas a cambio de absorber en torno al 85% del consumo total de un recurso natural que se caracteriza por su escasa disponibilidad<sup>1</sup>. Dentro del sector agrario murciano, la horticultura ha sustituido a frutales y cítricos como orientación dominante desde hace algo más de un decenio, aportando hoy en día casi la mitad del output agrario y con una cuota que asciende al 30% del producto generado por el total nacional de explotaciones hortícolas. En la actualidad, la Región de Murcia cuenta con algo más de 45.000 hectáreas de riego localizado destinadas a la producción de hortalizas, de las que un 15% corresponden a invernaderos y un 25% a acolchados.

En el presente trabajo nos centraremos en el análisis del papel que desempeña el agua en la horticultura intensiva del sureste español y, más concretamente, en los invernaderos del litoral ubicados en las comarcas del Campo de Cartagena y del Valle del Guadalentín que, sin duda, constituyen un claro ejemplo de exitosa agricultura empresarial en el contexto general del sector agrario español. Para ello, en primer lugar se evalúa la productividad aparente del agua en la horticultura, como indicador parcial de la eficiencia en el uso del input en esta esfera productiva, pasando seguidamente a analizar el papel del agua y su precio en la estructura de costes y en la rentabilidad de los cultivos de invernadero. A continuación, se presentan los resultados de un ejercicio de valoración contingente con el que se determina la disposición máxima a pagar por el agua declarada por los empresarios del sector. El estudio de la eficiencia técnica en el uso del agua en las explotaciones de invernadero es el último objetivo desarrollado en el trabajo, analizando, entre otras cues-

<sup>1</sup> No se aborda en este trabajo de forma directa la discusión sobre los problemas de provisión del recurso en la zona, ni el establecimiento de balances hídricos genéricos. Remitimos al lector interesado a los análisis que sobre el tema se realizan en CHS (2005) y CARM (2007).

tiones, la relación entre los niveles de eficiencia y la disposición al pago por el agua que acabamos de determinar. Este último análisis es especialmente novedoso, ya que va a permitir dar respuesta de forma empírica a las dos cuestiones siguientes: 1) ¿Un coste más elevado del agua implica una mayor eficiencia técnica en su uso? 2) ¿Altos niveles relativos de eficiencia dan lugar a una mayor disposición a pagar por el agua?

Debemos señalar, por último, que la fuente de información básica en el trabajo es, además de las referencias estadísticas y bibliográficas, una encuesta realizada a 230 horticultores con invernadero en la campaña 2004/05, debidamente contrastada a través de medio centenar de entrevistas con técnicos agrarios que trabajan en la zona.

## 2. La productividad del agua del riego

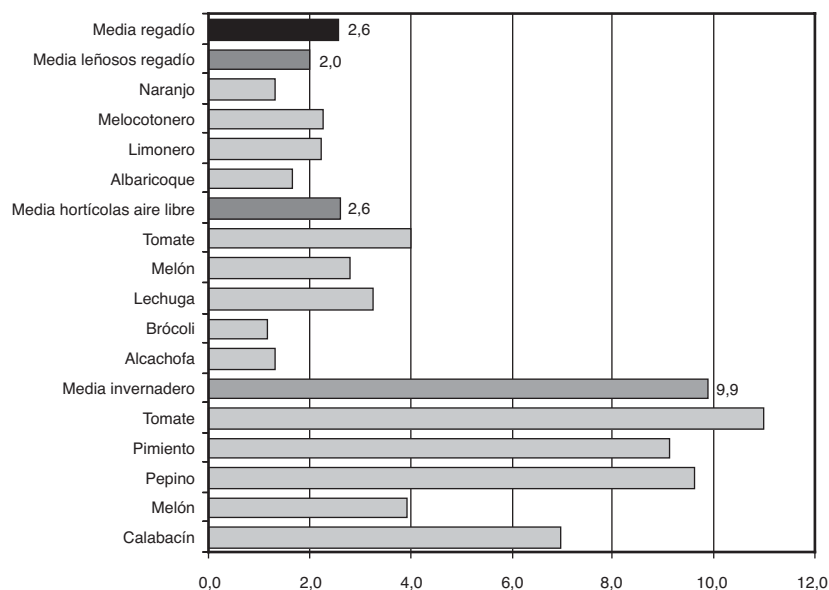
En primer lugar se va a realizar la evaluación económica del agua de riego a partir del examen de la productividad del agua de los cultivos de regadío más representativos. Su consideración va a permitir que se ponga de manifiesto la capacidad de generación de rentas de los diferentes cultivos, reflejada mediante la productividad aparente que, en este caso, equivale a la ratio entre el valor de la producción bruta obtenida con la venta de la cosecha y la cantidad física empleada de agua. Dado que la información necesaria para obtener esa ratio desagregada por cultivos se obtiene en la mayoría de los casos por encuesta directa, los estudios que realizan este tipo análisis, pese a su relevancia, son muy escasos, siendo más frecuentes los realizados a nivel sectorial agregado (Corominas, 2000).

Utilizando información procedente de un trabajo sobre las explotaciones agrarias regionales (AMOPA, 2001), de estudios previos (Colino y Martínez, 2002 y Martínez, 2003) y de las citadas encuestas a técnicos y agricultores, se ha elaborado el Gráfico 1 en el que se ofrece la productividad del agua para los principales cultivos hortícolas de la Región de Murcia. Para calcular la productividad de cada cultivo se ha estimado el ingreso como el producto entre su rendimiento físico y el precio medio en la campaña 2004/05.

Por productos, las productividades más elevadas corresponden al tomate, pepino y pimiento de invernadero; sistema productivo en el que el nivel más bajo es el del melón. Los menores ingresos por unidad de input corresponden a la horticultura al aire libre, concretamente al brócoli y a la alcachofa, que se encuentran por debajo de las productividades estimadas para la fruticultura. Por sistemas productivos, cabe destacar que los hortícolas en invernadero casi cuadruplican la productividad aparente media de la horticultura al aire libre, llegando casi a quintuplicar la de la fruticultura.

La productividad aparente del agua es un indicador funcional, pero no representa una buena referencia para determinar la capacidad de pago ya que el agua de riego no es, obviamente, el único factor de producción. Los conceptos de precio de cierre y de precio de nivelación resultan, sin duda, mucho más adecuados para cuantificar la ca-

GRAFICO 1  
Productividad aparente del agua (€/m<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia.

pacidad de pago, puesto que su cálculo tiene en cuenta los costes fijos y variables asociados a la utilización de los diferentes factores productivos. Por otro lado, a partir de este momento nos centraremos en las dos hortalizas de invernadero que, con notable diferencia, son las más importantes en la Región de Murcia —tomate de ciclo largo y pimiento— que ocupan respectivamente casi el 50% y el 30% de la superficie invernada de la zona (CARM, 2007).

Utilizando una metodología similar a la aplicada en Colino y Martínez (2002) se han calculado el precio de cierre y el precio de nivelación para ambas hortalizas. El precio del agua en el punto de cierre es el nivel del precio del input en el que, *ceteris paribus*, los costes variables totales se igualan a los ingresos totales lo que, en gran medida, viene determinado por la participación de ese medio de producción en el conjunto de los costes variables. Es una alternativa a la habitual forma de cálculo del punto de cierre en la teoría económica —referida al precio de venta del producto— pero su interpretación es similar: a ese nivel del precio del input, los ingresos obtenidos sólo pueden cubrir los costes variables, razón por la cual al agricultor le será indiferente seguir produciendo o no, puesto que en las dos opciones debe hacer frente a las mismas pérdidas en el corto plazo, que son causadas por el pago de los costes fijos y que pueden ser estimadas en un montante muy próximo a los 20.000 € por ha. (CARM, 2007).

El precio del agua en el punto de nivelación se corresponde con el precio en el que los beneficios netos antes de impuestos son nulos, es decir, los ingresos y los costes totales se igualan. Este beneficio nulo permite remunerar el capital inicial invertido, la gestión empresarial y la mano de obra familiar al mismo nivel que el trabajo asalariado contratado por los titulares de los invernaderos, lo que nos sitúa en un planteamiento de mercado similar a un modelo de competencia perfecta. Las partidas de ingresos y costes aplicadas en los cálculos quedan recogidas de forma detallada en Colino y Martínez (2002) y CARM (2007).

Hay que aclarar que la fijación del resto de los factores productivos impide un hecho habitual en la producción como es el de la sustitución técnica entre factores o/y entre productos. No obstante, los condicionantes fitotécnicos de este tipo de producción en invernadero hacen poco realista las opciones de riego deficitario (típicas en cultivos leñosos) o de abandonos parciales de cosecha, tanto espaciales como temporales (Martínez, 2003). Sólo la incorporación de tecnologías ahorradoras de agua (Fernandez y Arias, 2003) —como los cultivos hidropónicos o aeropónicos— podrían ser una opción a considerar por los horticultores como medio de afrontar unos precios tan elevados como los evaluados en el presente trabajo que, junto a otros indicadores<sup>2</sup> de interés para caracterizar el rendimiento del agua en la producción de las dos hortalizas de referencia, se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1  
Precios, productividad aparente y rentabilidad del agua €/m<sup>3</sup>

	Tomate	Pimiento
Productividad aparente	10,98	9,11
Precio de cierre	5,07	4,75
Precio de nivelación	2,04	1,54
Margen bruto unitario	4,86	4,54
Margen neto unitario	2,87	2,44
Beneficio neto unitario	1,83	1,33
Consumo de agua por hora trabajo (m <sup>3</sup> /hora)	2,24	3,23
Participación del agua en los costes variables (%)	3,42	4,60

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas a técnicos y agricultores.

De los resultados obtenidos cabe realizar los siguientes comentarios:

- La productividad aparente, calculada a partir del total de ingresos, es mayor, como ya se ha comentado, en el tomate que en el pimiento, situándose en torno a 10 €/m<sup>3</sup>. Este indicador es utilizado con relativa frecuencia para dar cuenta de la eficiencia productiva, pero no es el más adecuado para cuantificar la capacidad de pago de los agricultores porque el agua no es el único factor productivo;

<sup>2</sup> El margen bruto es la diferencia entre ingresos y costes variables. Si al mismo se restan los costes fijos netos obtendremos el margen neto. El beneficio neto es el margen neto menos el coste de oportunidad asociado a la inversión inicial necesaria para la instalación del invernadero, descontado a una tasa de interés real del 2%.



sus limitaciones aumentan considerablemente cuando, como es el caso, representa una reducida parte —del orden del 4%— de los costes de producción (Colino y Martínez, 2002).

- El precio de cierre del agua en las dos hortalizas ronda el nivel de 5 €/m<sup>3</sup>. La posibilidad de que los horticultores murcianos se encuentren en una situación en la que, manteniéndose inalterados el resto de parámetros del proceso de producción, sólo puedan afrontar con sus ingresos los costes variables es, por consiguiente, mínima. Cualquiera que sea la fuente de abastecimiento del agua para riego el precio de cierre se situaría muy por encima de cualquier previsión razonable de coste para la misma.
- Similar comportamiento tiene el precio de nivelación: cubriendo el coste de oportunidad de la inversión inicial, los ingresos y los costes totales (fijos y variables) el mismo se encontraría a un precio del agua de 2,0 y 1,5 €/m<sup>3</sup> en el tomate y en el pimiento, respectivamente.
- Los márgenes empresariales son elevados para una actividad agraria, con un beneficio neto de 1,8 €/m<sup>3</sup> en el tomate y de 1,3 €/m<sup>3</sup> en el pimiento, puesto que multiplican por una cifra considerable a la productividad aparente —total de ingresos por m<sup>3</sup>— de la totalidad de los cultivos extensivos de regadío de la España interior que, por ejemplo, se mueve en márgenes de 0,2-0,3 €/m<sup>3</sup> en el maíz, la remolacha o el algodón (Rodríguez *et al*, 2004b).
- Desde la perspectiva de la «eficiencia social», se puede afirmar que los requerimientos de agua por hora trabajada son muy bajos en el contexto del sector agrario español: 2,2 m<sup>3</sup> en el tomate y 3,2 m<sup>3</sup> en el pimiento. Tómese como referencia los 125 m<sup>3</sup> de agua de riego por hora trabajada en el cereal citado en el párrafo anterior.
- Pese a que el coste del agua de riego es, con respecto a otros sistemas agrarios, muy elevado y a los exigentes requerimientos de agua por unidad de superficie —6.500 m<sup>3</sup>/ha. en el tomate de ciclo largo, bajando a 6.100 en el pimiento— no representa, pues, una carga especialmente gravosa para los procesos productivos que estamos analizando.

En definitiva, los datos reflejan que la capacidad de pago de los horticultores regionales es elevada, superando con creces el volumen de ingresos —subvenciones incluidas— que los agricultores de otras orientaciones productivas obtienen del agua de riego.

### 3. Disposición a pagar por el agua

Los indicadores utilizados en el epígrafe anterior demuestran que los invernaderos del litoral murciano disponen, en general, de un amplio margen de maniobra para afrontar un hipotético crecimiento de los precios. Ahora bien, tal conclusión se deriva de un análisis de la información que los propios horticultores nos han suministrado pero, obviamente, no implica que haya sido interiorizada por dichos agentes. Desde luego, preguntar a un agricultor de la Región de Murcia cuánto está dispuesto a pagar de más por el agua de riego constituye un ejercicio que desborda con creces su com-



plejidad habitual<sup>3</sup>. Este hecho no es ni mucho menos una característica exclusiva de la zona que venimos analizando. Por ejemplo, Ortiz y Ceña (2001) realizan un proceso de encuesta en el Valle del Guadalquivir en el que los agricultores expresan de forma muy mayoritaria la opinión de que el uso del agua para riego debe tener unas condiciones de acceso más favorable; o Tiwari (1998) que demuestra para el caso de Tailandia que el valor otorgado al agua con la metodología de la valoración contingente es sensiblemente inferior a la obtenida por otros métodos.

Pese a estas dificultades no es menos cierto que los ejercicios de valoración contingente son necesarios para poner de manifiesto la racionalidad social y económica en la asignación del agua, examinando la disposición a pagar de los receptores (Azqueta, 2001). Por nuestra parte, hemos hecho el experimento y, como se comprobará más adelante, no ha resultado infructuoso.

Los resultados del ejercicio, recogidos en el Cuadro 2, están influenciados por dos circunstancias adicionales. En primer lugar, preguntar a un agente que ya paga por la utilización de un medio de producción si está dispuesto a abonar un precio mayor por el mismo es una de las principales peculiaridades de la materialización de la valoración contingente al agua de riego (Colino y Martínez, 2002)<sup>4</sup>. En segundo término, carece de sentido en la valoración global segmentar entre productores de tomate y de pimiento ya que, en este caso, no se trata de dar cuenta de diferentes estructuras de costes o de distintos resultados económicos, sino de analizar una disposición subjetiva a pagar más por un input que, siendo muy dispar entre los agricultores encuestados, no guarda la más mínima relación con el tipo de hortaliza que se produce.

El primer hecho que llama la atención es que el 85% de los encuestados estaba dispuesto a pagar más por el agua de riego, lo que corrobora que no se incurre en la actualidad en un coste especialmente gravoso<sup>5</sup>. Dentro de esa mayoritaria fracción, la disposición a pagar más (DAPM) es muy variable, ocupando una amplia franja que va desde un mínimo de 0,08 a un máximo de 0,60 €/m<sup>3</sup>, con un margen medio de 0,26 €/m<sup>3</sup>, nada desdeñable si se considera que sobrepasa claramente el precio medio actual (PAA) del input. Aclaremos que lo que denominamos PAA es el coste unitario de extracción, en el caso de agua procedente de pozos subterráneos, o el canon pagado por el m<sup>3</sup> de agua del acueducto Tajo-Segura (CHS, 2005); en ambos casos tomando como referencia su importe a pie de parcela.

<sup>3</sup> La técnica de valoración contingente se viene utilizando profusamente en la valoración de activos sin mercado, ya que su fundamento es el de construir un mercado hipotético en el que los encuestados revelen sus preferencias. Como referencias relacionadas con esta técnica de valoración y/o su aplicación a la valoración económica del agua cabe remitir al lector interesado a las siguientes: Edwards (1988); Mitchell y Carson (1989); Abdalla *et al.* (1992); Haussman (1993); Garrido *et al.* (1996); Stenger y Willinger (1998); Barton (1999), Herrador y Dimas (2001) o Calatrava-Leyva y Sayadi (2005).

<sup>4</sup> Aclaremos que la pregunta incluía una condición: ¿Estaría dispuesto a pagar más por el agua si se garantiza el suministro actual o una mayor dotación si estuviese interesado?

<sup>5</sup> Debe tenerse en cuenta que, sobre todo en 2004/05, la campaña institucional de «agua para todos» debió contaminar de forma notable la respuesta de los propios agricultores: ¿Por qué debo pagar más si se me dice tan frecuente como enfáticamente que tenemos derecho a una mayor dotación de agua al precio que actualmente estoy pagando?

El precio máximo (PMA) es la suma del precio actual y la disposición media a pagar, con una media de 0,43 €/m<sup>3</sup> y un apreciable grado de dispersión<sup>6</sup>. Si bien es cierto que el PMA multiplica por algo más de dos al precio actual, aceptar una duplicación del precio de agua conduciría a una reducción no superior al 12% de los beneficios netos en el tomate y del 16% en el pimiento, como consecuencia del escaso peso del input agua en la estructura de costes de los dos procesos productivos.

CUADRO 2

**Precio actual del agua (PAA), Disposición a pagar más (DAPM) y Precio máximo (PMA) €/m<sup>3</sup>**

	PAA	DAPM	PMA
Media	0,21	0,26	0,43
Coefficiente de variación	0,46	0,45	0,47
Nivel máximo	0,40	0,60	0,95
Nivel mínimo	0,07	0,08	0,11

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas a técnicos y agricultores.

#### 4. Análisis de eficiencia técnica

El objeto de este epígrafe es estudiar la eficiencia técnica relativa de los invernaderos y relacionarla con el precio del agua para verificar si se cumplen las dos hipótesis ya señaladas en la introducción: a) Un precio más elevado del agua implica una mayor eficiencia técnica en su uso; b) Altos niveles relativos de eficiencia dan lugar a una mayor disposición a pagar por el agua.

Con el fin de proporcionar una primera respuesta a estas cuestiones se ha realizado un análisis simple de eficiencia técnica, estimando una función de producción no paramétrica —es decir, sin forma funcional explícita— mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Entre los estudios que han utilizado este enfoque para calcular la eficiencia de las explotaciones de regadío podemos citar los trabajos de Rodríguez *et al.* (2004a) para Andalucía, el de Fraser y Cortina (1999) en Australia o el de Mahdhi *et al.* (2005) en Túnez.

Dado que los fundamentos de esta técnica son de sobra conocidos, no entraremos aquí a exponer sus distintos enfoques y formulaciones, remitiendo al lector interesado a trabajos como los de Álvarez (2001), Seiford (1996), Fried *et al.* (1993) y Färe *et al.* (1994), que permiten ampliar los fundamentos de la estimación de fronteras de producción, tanto con técnicas de programación matemática como con enfoques econométricos. No obstante, resulta conveniente señalar que la eficiencia que se va a medir es la eficiencia técnica con una orientación al input, que refleja la capacidad de una empresa para obtener el mismo producto con la menor dotación de los factores disponibles, todo ello expresado en términos físicos. Los índices de eficiencia así calculados proporcionan una medida radial, al calcular la máxima reducción equipro-

<sup>6</sup> La media del PMA es inferior a la suma de las medias del PAA y de la DAPM porque, como el 15% de los horticultores no están dispuestos a pagar un sobreprecio, la DMPA del total de encuestados es 0,22 €/m<sup>3</sup>.

porcional de inputs para un nivel dado de output. A priori también cabría plantear el estudio de una orientación output, es decir, examinar el incremento potencial del producto dada la dotación factorial disponible, pero este enfoque podría desvirtuar el análisis, puesto que una expansión de la oferta en la zona modificaría las condiciones globales del mercado dado su carácter precio-decisor en algunos productos y/o épocas de cosecha (Martínez-Carrasco, 2004).

El otro tipo de eficiencia, calificada como asignativa, es la que refleja la aptitud de una empresa para usar los factores, dados sus precios, en una proporción óptima. La imposibilidad de obtener para cada explotación los precios percibidos por sus producciones, sin olvidar la homogeneidad de coste declarada respecto al input trabajo, hacen inviable la medición de este segundo tipo de eficiencia. La cuantificación conjunta de esos dos tipos de eficiencia (técnica y asignativa) permitiría una aproximación global, conocida como eficiencia total o económica (Färe *et al.*, 1985).

La resolución del problema DEA va a permitir obtener una medida de la menor distancia posible, en un espacio de tantas dimensiones como inputs existan en el modelo, entre los parámetros que caracterizan a la unidad de decisión examinada y los mejores resultados del grupo analizado, midiéndose la eficiencia de cada explotación en función de la distancia existente entre el valor observado y el óptimo correspondiente a la más eficiente. La técnica DEA permite detectar la existencia de rendimientos de escala variables, descomponiendo la *eficiencia técnica* en dos componentes: la *eficiencia técnica pura* y la *eficiencia de escala* (Banker *et al.*, 1984). En primer lugar, se estima la eficiencia suponiendo rendimientos variables ( $\theta_{VRS}$ ) y, después, rendimientos constantes a escala ( $\theta_{CRS}$ ). A partir de ambos ratios de eficiencia técnica, se podrá obtener una medida de la *eficiencia de escala* ( $\theta_{SE}$ ) de cada unidad que vendrá dada por la relación  $\theta_{CRS} = \theta_{SE} \cdot \theta_{VRS}$ , que surge de considerar que la eficiencia técnica de una unidad productiva que mide la aproximación CRS, pero que no opera en una escala óptima, tiene una ineficiencia de escala, que no puede ser achacada directamente a la eficiencia técnica pura medida por la aproximación VRS. La unidad que opere en una escala óptima con rendimientos constantes a escala tendrá un valor de eficiencia de escala igual a 1.

En este trabajo, para medir la eficiencia hemos extraído dos grupos de explotaciones en función del tipo de cultivo —tomate y pimiento—, ya que dan lugar a diferentes condiciones técnicas del proceso productivo, con el fin de buscar la homogeneidad productiva necesaria para poder aplicar la metodología de frontera (De Koeijer *et al.*, 2002). Además, sólo se han considerado los invernaderos con rasgos comunes respecto a la infraestructura (riego por goteo, soporte físico de arena, estructuras medias o avanzadas...) y con homogeneidad respecto al producto obtenido dentro de cada hortaliza: tomate de ciclo largo y larga vida (tipo *Daniela* o similar) y pimiento del tipo *Lamuyo*, dejando también fuera del análisis las explotaciones orientadas hacia los cultivos ecológicos e integrados.

Así pues, se ha estimado un modelo sencillo con un output, la producción total, y dos inputs, el agua de riego y mano de obra. Como ya ha sido avanzado, la metodología utilizada a la hora de medir la eficiencia técnica ha sido la conocida como «orientación al input», es decir, estudiar la posibilidad de minimizar los inputs manteniendo la cantidad de output obtenido. Las características básicas de la muestra utilizada son

**CUADRO 3**  
**Estadística descriptiva de la muestra utilizada**

Características	Tomate				Pimiento			
	Media	Mínimo	Máximo	CV	Media	Mínimo	Máximo	CV
Rendimientos (kg/ha)	100.634	29.856	160.505	0,29	63.879	23.529	76.471	0,17
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /ha)	6.043	3.741	9.595	0,27	6.940	4.118	9.059	0,18
Mano de obra (horas/ha)	3.529	1.040	5.721	0,32	2.216	1.051	5.357	0,47
Superficie (ha.)	1,46	0,20	10,05	1,15	2,70	1,63	8,10	0,61
PAA (€/m <sup>3</sup> )	0,22	0,08	0,40	0,40	0,19	0,07	0,30	0,28
DAPM (€/m <sup>3</sup> )	0,38	0,25	0,60	0,41	0,21	0,08	0,30	0,32
PMA (€/m <sup>3</sup> )	0,46	0,12	0,95	0,47	0,42	0,11	0,60	0,40
DAP (nº - %)	30 (71,4%)				67 (95,7%)			
N.º de explotaciones	42				69			

Fuente: Elaboración propia.

las recogidas en el Cuadro 3 —expresadas en términos unitarios (por ha.) con el fin facilitar la comparación— en la que también se han incluido datos de otras variables que serán utilizadas en fases posteriores del análisis. Un resumen de la información que de cada empresa proporciona el análisis DEA se sintetiza a través de la estadística de los índices de eficiencia recogida en el Cuadro 4.

**CUADRO 4**  
**Estadística de los índices de eficiencia**

	Tomate				Pimiento			
	Media	Mínimo	Máximo	CV	Media	Mínimo	Máximo	CV
$\theta_{CRS}$ Eficiencia Técnica Total	0,618	0,379	1,000	0,204	0,617	0,214	1,000	0,215
$\theta_{VRS}$ Eficiencia Técnica Pura	0,705	0,320	1,000	0,282	0,811	0,153	1,000	0,276
$\theta_{SE}$ Eficiencia de Escala	0,865	0,101	1,000	0,650	0,760	0,125	1,000	0,543

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar, por un lado, que el cultivo de pimiento registra un nivel medio de eficiencia técnica pura más elevado que el del tomate, mientras que sucede lo contrario en la eficiencia de escala, lo cual conduce a que en ambos cultivos se obtenga un ratio de eficiencia técnica total similar, ligeramente superior al 60% en los dos casos. En consecuencia, y dado que estamos trabajando en un DEA con orientación input, existiría la posibilidad de un ahorro combinado de inputs muy cercano al 40%, manteniendo el mismo nivel de producción, si todas las empresas fuesen totalmente eficientes.

La técnica DEA permite, además, estudiar la reducción que es posible realizar en las cantidades utilizadas en cada uno de los inputs en concreto, al considerar la existencia de holguras (Coelli, 1996), manteniendo inalterado el volumen del output obtenido. Así, en general, se obtiene que las explotaciones ineficientes consumen de

media entre un 36% y un 40% más de los dos inputs considerados con respecto a los requerimientos exigidos por el óptimo: 37% en el agua y 39% en el factor trabajo para el tomate; 35% y 41% respectivamente para el pimiento.

Por otra parte, de las 67 empresas que muestran ineficiencias técnicas en el cultivo del pimiento, sólo 10 operan en la zona de rendimientos decrecientes de escala, frente a las 57 que lo hacen en la zona de rendimientos crecientes; por tanto, la consecución de mayores niveles de eficiencia exige, en general, una ampliación de la escala de las unidades productivas. En el caso del tomate, la distribución es bastante más equilibrada, ya que de las 39 empresas ineficientes, 22 operan en el tramo de rendimientos crecientes de escala, mientras que las 17 restantes lo hacen en el de escala decreciente.

El estudio de los factores que inciden en la eficiencia de las empresas se realiza a través de un análisis de «segunda etapa», en el que se intenta relacionar los correspondientes índices con otras variables disponibles. Para su realización se ha empleado un análisis de correlación clásico en las variables continuas y un análisis de tablas de contingencia y del estadístico  $\chi^2$  de Pearson en las categóricas (Snedecor y Cochran, 1989).

Las asociaciones detectadas quedan resumidas en el Cuadro 5, donde se recogen las que han resultado ser estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 10%, mostrando el sentido de la asociación mediante el correspondiente signo: conexiones que son muy similares en ambas orientaciones productivas, razón por la cual el comentario será común. Así, la superficie se muestra relacionada positivamente con la eficiencia, tanto del producto como del uso de los factores, de forma que las explotaciones con mayor superficie son más eficientes. Por tanto, se está detectando un efecto de escala vía tamaño de la explotación en la eficiencia. La edad también incide positivamente en la eficiencia. Este hecho queda bien explicado por el efecto de la experiencia en la actividad agraria y el conocimiento del manejo fitotécnico de los cultivos (Martínez, 2003), del cual la edad es una buena *proxy* (Dios *et al.*, 2003; Traore *et al.*, 1998). La clase de mano de obra usada también incide en los tres tipos de eficiencia analizados, siendo las explotaciones más eficientes las que apelan en mayor medida a mano de obra asalariada. El régimen de tenencia también aparece como un factor de eficiencia claro, de forma tal que las explotaciones que tienen una mayor fracción de superficie en régimen de arrendamiento alcanzan un nivel de eficiencia más elevado, reflejo de un carácter empresarial de la estructura productiva, donde la tierra no deja de ser un factor productivo más que se contrata en el mercado (Trip *et al.*, 2002). Por consiguiente, las explotaciones más eficientes son, en general, las que se asientan sobre una superficie superior a la media, con un peso más alto del arrendamiento como régimen de tenencia, en las que un propietario de edad superior a la media desarrolla la labor de dirección empresarial y con una fracción más elevada de mano de obra asalariada en el trabajo realizado.

Pero el objeto de este apartado era tanto analizar la eficiencia técnica como contrastar las hipótesis enunciadas en la introducción. Para ello, realizamos un análisis de asociación entre las variables —a partir de coeficientes de correlación estándar— que miden la eficiencia técnica y las variables que cuantifican la disposición o no a

CUADRO 5  
Asociaciones entre niveles de eficiencia y características de la empresa

	Tomate			Pimiento		
	$\theta_{CRS}$	$\theta_{VRS}$	$\theta_{SE}$	$\theta_{CRS}$	$\theta_{VRS}$	$\theta_{SE}$
Tenencia en arrendamiento	+	+	+	+	+	
Edad del responsable	+	+		+	+	
Superficie		+	-		+	
Nivel de asalarización	+	+			+	

Fuente: Elaboración propia.

pagar más (DAP), el precio pagado por el agua (PPA), el montante de la disposición a pagar más (DAPM), el precio máximo del agua (PMA), que recordamos es para cada empresario la suma del PPA y de su DAPM. Los coeficientes estadísticamente significativos al nivel del 10% se recogen en el Cuadro 6. Los resultados indican que existe, en general, una relación positiva entre los niveles de eficiencia y ambos niveles de precios, verificando empíricamente las hipótesis de partida:

- Las empresas que más pagan por el agua tiene un nivel de eficiencia mayor, tal como indica la correlación significativa y positiva del precio actual del agua (PAA) con las distintas medidas de eficiencia.
- Las empresas más eficientes están dispuestas a pagar más por el agua, lo cual viene corroborado por la relación de los índices de eficiencia con dos de las variables analizadas. Por un lado, y para el caso del tomate<sup>7</sup>, existe una relación positiva entre la disposición a pagar más (DAP) y los mayores niveles de eficiencia; por otro, un precio máximo del agua (PMA) y un sobreprecio (DAPM) más altos están también relacionados directamente con niveles de eficiencia técnica pura superiores en ambos cultivos.

CUADRO 6  
Asociaciones significativas entre niveles de eficiencia y precios del agua

	Tomate			Pimiento		
	$\theta_{CRS}$	$\theta_{VRS}$	$\theta_{SE}$	$\theta_{CRS}$	$\theta_{VR}$	$\theta_{SE}$
DAP (0/1)	+	+	+			
PAA (€/m <sup>3</sup> )	+	+		+	+	+
DAPM (€/m <sup>3</sup> )		+			+	-
PMA (€/m <sup>3</sup> ) +	+	+			+	

Fuente: Elaboración propia.

<sup>7</sup> Dado que en la muestra (Cuadro 3) sólo había dos explotaciones productoras de pimiento cuyo responsable declaraba que no estaba dispuesto a pagar más por el agua no es factible realizar el análisis para este cultivo.

Estas relaciones son, en general, mucho más claras en los niveles de eficiencia técnica pura, es decir, en la parte de la eficiencia total relacionada con el proceso productivo. Su relación con la eficiencia de escala es mucho menos evidente —e incluso negativa para el montante de la DAP en el caso del pimiento— lo cual hace que la relación con la combinación de ambas, la eficiencia total, sea también positiva, pero menos significativa que con la pura, especialmente en el pimiento. En resumen, y para ambas producciones, las empresas más eficientes técnicamente en la producción son las que pagan más por el agua, muestran una mayor disposición a pagar más por la misma y el montante del sobreprecio también sería más elevado.

## 5. Conclusiones

La horticultura murciana ha registrado en las dos últimas décadas un importante crecimiento, que la ha convertido en la principal orientación productiva regional, a la par que ha incrementado sensiblemente su participación dentro del subsector nacional. El objeto de estudio se ha centrado en determinados aspectos del agua de riego en una de las esferas hortícolas más dinámicas, como son los invernaderos de sus dos comarcas litorales: Campo de Cartagena y Valle del Guadalentín.

En primer lugar, cabe destacar que, pese a que el precio pagado por el recurso es muy oneroso en el contexto general de la agricultura española, su importancia dentro de la estructura total de costes es muy reducida, de tal forma que los horticultores disfrutan de un amplio margen de maniobra ante encarecimientos resultantes de una previsible alteración de las actuales fuentes de abastecimiento de ese input productivo. En efecto, determinados indicadores, entre los que sobresalen los precios de nivelación y cierre, reflejan que el sistema productivo analizado podría afrontar un notable incremento del precio del agua de riego. Si el horizonte de la actividad está dominado por la incertidumbre no es, pues, por causas relacionadas con el coste del agua sino, más bien, por la inevitable apertura del mercado interior europeo a las producciones de terceros países con bajos salarios, dado que es el factor trabajo el que tiene, con diferencia, una incidencia mayor en el total de costes de producción.

El ejercicio de valoración contingente para el cálculo de la disposición a pagar más por el agua demuestra que su montante no es nada desdeñable, ya que el precio final al que aceptarían pagar por el agua más que dobla el precio medio pagado actualmente por dicho medio de producción.

A partir de un sencillo modelo de Análisis Envolvente de Datos se ha medido la eficiencia técnica para las dos producciones intensivas básicas de la región —tomate y pimiento— poniendo en evidencia la mayor disposición a pagar por el agua de los agricultores más eficientes, así como la relación positiva entre mayor precio pagado por el agua y mayores niveles de eficiencia, lo cual no hace a nuestro juicio sino corroborar de forma empírica el hecho de que un precio mayor en un input induce a una mejor gestión del mismo.



## Bibliografía

- Abdalla, C., Roach, B. y Epp, D. (1992). «Valuing environmental quality changes using averting expenditures: An application to groundwater contamination». *Land Economics*, 68:101-121.
- Aguilera, F. (1998). «Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales». Ponencia presentada en el *I Congreso ibérico sobre gestión y planificación de aguas: el agua a debate desde la universidad*. Zaragoza.
- Álvarez, A. (Ed.) (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Pirámide. Madrid.
- AMOPA (2001). *Estudio general de la estructura y balance agronómico y económico de las explotaciones agrícolas de la Región de Murcia*. Asociación murciana de organizaciones de productores agrarios. Murcia.
- Azqueta, D. (2001). «El valor económico del agua y el Plan Hidrológico Nacional». *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, 4:23-41.
- Banker, R., Charnes, A. y Cooper, W. (1984). «Some models for estimating technical and scales inefficiencies in Data Envelopment Analysis». *Management Science*, 30:1078-1092.
- Barton, D. (1999). *The quick, the cheap and the dirty: Benefit transfer approaches to the non-market valuation of coastal water quality in Costa Rica*. Ph. D. Thesis, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway.
- Calatrava-Leyva, J. y Sayadi, S. (2005). «Economic valuation of water and «willingness to pay» analysis with respect to tropical fruit production in south-eastern Spain». *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3(1):25-33.
- CARM (2007). *Plan estratégico del sector agroalimentario en la Región de Murcia*. Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. [En línea: [www.carm.es](http://www.carm.es)].
- CHS (2005). *Informe resumen de los artículos 5, 6 y 7 de la Directiva Marco del Agua: resumen ejecutivo*. Confederación Hidrográfica del Segura y Ministerio de Medio Ambiente CHS-MMA.
- Coelli, T. (1996). «A guide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program». *CEPA Working Papers*, N6/08. University of New England, Armidale.
- Colino, J. y Martínez, J.M. (2002). «El agua en la agricultura del Sureste español: productividad, precio y demanda». En Álvarez-Coque, J.M.<sup>a</sup> (Coord.): *La agricultura mediterránea del siglo XXI*, Mediterráneo Económico, Instituto de Estudios de Cajamar, Almería, pp. 199-221.
- Colino, J. (Dir.) (2007). *La economía sumergida en la Región de Murcia*, Consejo Económico y Social, Murcia.
- Corominas, J. (2000). «Más allá de la modernización de los regadíos». Ponencia presentada al *XVIII Congreso Nacional de Riegos, AERYD*, Almería.
- De Koeijer T., Wossink G. y Struik, P. (2002). «Measuring agricultural sustainability in terms of efficiency: The case of Dutch sugar beet growers». *Journal of Environmental Management*, 66:125-139.
- Dios, R., Martínez, J. y Vicario, V. (1997). «Eficiencia versus innovación en explotaciones agrarias». *Estudios de Economía Aplicada*, 21(3):485-503.
- Edwards, E. (1988). «Option prices for groundwater protection». *Journal of Environmental Economics and Management*, 15:26-38.
- Färe, R., Grosskopf, S. y Lovell, K. (1985). *The measurement of efficiency of production*. Kluwer Publishing, Boston.
- Fernández, E. y Arias, C. (2003). «La demanda de tecnología ahorradora de agua en la agricultura de regadío». *Revista de Economía Aplicada*, 33(XI):83-100.

- Fraser, I.M. y Cordina, D. (1999). «An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in northern Victoria, Australia». *Agricultural Systems*, 59:267-282.
- Fried, H., Lovell, C. y Schmidt, S. (1993). *The measurement of productive efficiency: Techniques and applications*. Oxford University Press, New York.
- Fontela, E. (2000). «La ciencia económica ante el problema del agua». Ponencia presentada en la 5.<sup>a</sup> Conferencia Internacional Economía del Agua: *hacia una mejor gestión de los recursos hídricos*. Valencia.
- Garrido, A., Iglesias, E. y Blanco, M. (1996). «Análisis de la actitud de los regantes en el establecimiento de precios públicos y de mercados de agua». *Revista Española de Economía Agraria*, 178:139-162.
- Garrido, A. (2000). «Ventajas y limitaciones del uso del mercado en la asignación de los recursos hídricos». Comunicación presentada en la 5.<sup>a</sup> Conferencia Internacional Economía del Agua: *hacia una mejor gestión de los recursos hídricos*. Valencia.
- Hausman, J. (1993). *Contingent valuation: A critical assessment*, North-Holland, Amsterdam.
- Herrador, D. y Dimas, L. (2001). *Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador*, Fundación Prisma, San Salvador.
- Mahdhi, N., Bachta, M. y Sghaier, M. (2005). «Water and soil conservation and technical efficiency of rainfed agriculture in arid zone. The case of Oued Oum Zessar watershed». *New Medit*, 4(1):52-56.
- Martínez, J. (2003). *Economía y gestión del agua en la horticultura protegida de Almería: un enfoque desde la teoría de la decisión*. Tesis doctoral, Universidad de Murcia. Murcia.
- Martínez, J. y Esteve, M. (Coords.) (2002). *Agua, regadío y sostenibilidad en el Sudeste Ibérico*, Bakeaz-Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao.
- Martínez, L. y Llamas, M. (2000). «La importancia de los datos socioeconómicos sobre los usos del agua». Comunicación presentada en el II Congreso Ibérico sobre Planeamiento e Gestão da Água. Oporto.
- Martínez-Carrasco, F. (2004). «Selection of marketing channels by intensive horticultural crop growers in Almería». *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(1):56-79.
- Mitchell, R. y Carson, R. (1989). *Using surveys to value public goods: The Contingent Valuation Method*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Ortiz, D. y Ceña, F. (2001). «Los derechos de propiedad en la agricultura de regadío: su situación frente al cambio institucional». *Economía Agraria y Recursos Naturales* 1(2):31-56.
- Petra, J. y Hellegers, G. (2006). «The role of economics in irrigation water management». *Irrigation and Drainage*, 55:157-163.
- Read, L. y Thanassoulis, E. (2000). «Improving the identification of returns to scale in data envelopment analysis». *Journal of the Operational Research Society*, 51:102-110.
- Rodríguez, J., Camacho, E. y López, R. (2004a). «Application of Data Envelopment Analysis to studies of irrigation efficiency in Andalusia». *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 130(3):210-226.
- Rodríguez, J., Martos, J., Molina, F., Oyonarte, N. y Mateos, L. (2004b). «Impacto de la modernización de regadíos sobre el manejo y la productividad del riego en el contexto de las políticas agrícolas y de aguas. Estudio de caso del valle medio del Guadalquivir». Comunicación presentada en el IV Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Agua. Tortosa.
- Seiford, L.M. (1996). «Data Envelopment Analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995)». *Journal of Productivity Analysis*, 7:99-137.
- Snedecor, G. y Cochran, W. (1989). *Statistical methods*. Iowa State University Press. Iowa City.

- Stenger, A. y Willinger, M. (1998). «Preservation value for groundwater quality in a large aquifer: a contingent valuation study of the Alsatian aquifer». *Journal of Environmental Management*, 53:91-110.
- Traore, N., Laundry, R. y Amara N. (1998). «On-farm adoption of conservation practices: the role of farm and farmer characteristics, perceptions, and health hazards». *Land Economics*, 74:114-127.
- Trip, G., Thijssen, J. y Renkema, R. (2002). «Measuring managerial efficiency: the case of commercial greenhouse growers». *Agricultural Economics*, 27:175-181.
- Tiwari, D. (1998). «Determining economic value of irrigation water: Comparision of willingness to pay and indirect valuation approaches as a measure of sustainable resource use». *CSERGE Working Paper GEC 98-05*. University College, Londres.