

Valoración del agua de riego por el método de precios quasi-hedónicos: aplicación al Guadalquivir

Julio Berbel^a y Pascual Mesa^b

RESUMEN: La estimación del valor del agua puede hacerse mediante diferentes métodos, de los cuales este trabajo propone el método de precios «quasi-hedónicos». El agua se considera en este trabajo como una variable «externa» que impacta en el precio diferencial de la tierra, y cuyo valor estimamos para la Cuenca del Guadalquivir. Los resultados nos muestran un valor capital del agua en el rango 2,8 €/m³ a 4,2 €/m³ con un valor más frecuente de 3,46 €/m³, que según el tipo de capitalización empleado nos daría un valor medio de renta del agua entre 0,14 €/m³ (para $r = 4\%$) a 0,35 €/m³ (para $r = 10\%$).

PALABRAS CLAVE: Agricultura de riego, precios hedónicos, valoración ambiental, valor del agua.

Clasificación JEL: Q25, C13.

Quasi-Hedonic method to assess the value of irrigation water. A case study in Guadalquivir basin

SUMMARY: The valuation of natural resources is a tool used for improving allocation and management of water resources. This research proposes a «quasi-hedonic» approach as a simple way for estimating the value of irrigation water. Water is considered here as an exogenous variable impacting on land price, which is estimated for the Guadalquivir River Basin (Southern Spain). Results show a capitalized water value in the range 2.8 €/m³ to 4.2 €/m³. The most frequent value is 3.46 €/m³, resulting in a value of water rent between 0.14 €/m³ ($r = 4\%$) to 0.35€/m³ ($r = 10\%$), depending upon the applied discount rate.

KEYWORDS: Irrigated agriculture, hedonic price, environmental valuation, water value.

JEL classification: Q25, C13.

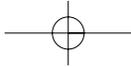
^a Departamento de Economía, Sociología y Política Agraria. Universidad de Córdoba.

^b AYESA.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido posible por la financiación del proyecto AGL2006-05587-C04-02/AGR y el proyecto VANE así como la información suministrada por el Servicio de Estudios de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía. Los autores agradecen las sugerencias de los revisores y de Julia Martín-Ortega que han mejorado sustancialmente este trabajo.

Dirigir correspondencia a: Julio Berbel Vecino. E-mail: berbel@uco.es.

Recibido en agosto de 2007. Aceptado en diciembre de 2007.



1. Antecedentes

La valoración del agua en general y del agua de riego en particular es un aspecto clave de la economía agraria, y en el caso del regadío español se cuenta con bastantes ejemplos de estimación del valor marginal de este recurso, la mayoría de los cuales se han basado en la aplicación de métodos de programación matemática. Los trabajos de investigación que determinan la demanda de agua de riego, y a partir de ésta, el precio sombra del agua, fueron incentivados por el debate sobre el Plan Hidrológico, que motivó múltiples análisis acerca del coste del recurso y del valor del agua y la capacidad de pago de los agricultores.

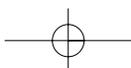
El presente trabajo pretende plantear un método alternativo, simple y aproximado de valoración del agua destinada a regadíos mediante el empleo de la metodología de precios hedónicos. Se trata de un método de valoración indirecta, que pertenece a los métodos «inductivos» (los métodos basados en la programación matemática antes mencionados se clasifican dentro de los métodos «deductivos»). Los enfoques hedónicos se basan en la determinación de la influencia del uso del recurso «agua» (que carece de un mercado propiamente dicho) en el precio de un bien con un mercado bien definido, como es el caso de la tierra. Para ello nos basaremos en la comparación entre los precios de tierras de regadío y tierras de secano de similares características. Los resultados del trabajo presentado en este documento pueden tener interés para hacer estudios comparativos con otras zonas de riego tanto de España como del resto del mundo, en especial zonas áridas de países desarrollados (por ejemplo, California, Sudáfrica, Australia y resto del Mediterráneo).

En el antecedente más próximo a nuestro trabajo, que es el de Faux y Perry (1999), se tienen en cuenta para determinar el valor del agua de riego un total de cuatro atributos de las tierras en estudio. En nuestro caso, sin embargo, sólo se han empleado dos atributos: dotación de agua y orientación productiva al no disponer de más información. Partiremos de los diferenciales medios de precios de la tierra por comarca y de las dotaciones de riego para estimar el valor del agua de riego. Entendemos que es discutible que dado este nivel de simplificación se pueda clasificar el presente trabajo dentro de la literatura de precios hedónicos propiamente dicha. De hecho, algunos autores [Young (2005)] lo denominan «método de comparación de precios de la tierra».

Este trabajo puede tener también una utilidad práctica para la toma de decisiones en relación a la gestión de los recursos naturales en general, y del agua en particular. Sirva de ejemplo la aplicación de la Directiva Marco de Aguas (Directiva 60/2000), que debe completar el proceso de elaboración de los planes hidrológicos de cuenca, incluyendo un análisis coste eficacia de las medidas para alcanzar el buen estado ecológico de las aguas, e incluyendo así mismo los instrumentos para implementar una recuperación completa de todos los costes implicados en el servicio de provisión de agua.

2. Evolución del diferencial de precio riego-secano

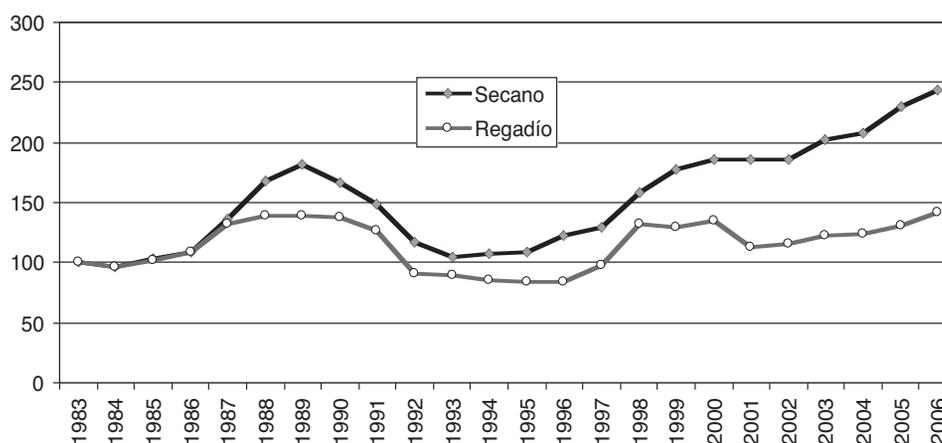
La base del método de precios hedónicos trata de analizar las diferencias existentes entre los precios de compraventa de un bien (tierra de distintas calidades) y expli-



car el origen de esas diferencias, de tal forma que podamos cuantificarlas. En nuestro caso el factor clave es el agua de riego, que consideramos como factor explicativo de las diferencias de precios entre tierras de secano y otras similares de regadío.

Con carácter previo a entrar en la descripción del material utilizado, conviene realizar un análisis de la evolución histórica del diferencial de precios de la tierra. El análisis de la Encuesta de Precios de la Tierra del MAPA para Andalucía muestra una evolución muy diferente de ambos tipos de sistemas agrarios, que puede contemplarse en el Gráfico 1.

GRAFICO 1
Evolución del precio constante de la tierra (€/ha constantes) en Andalucía (1983-2006)



Fuente: Elaboración propia a partir de la «Encuesta de precios de la tierra», (MAPA, 2007).

Del análisis de esta serie de precios se deduce que en Andalucía, durante los últimos 23 años y en términos reales, el precio constantes (€/ha) del secano se ha multiplicado por 2,44 frente al riego que lo ha hecho por 1,42.

La diferente evolución de precios en ambos sistemas se explica fundamentalmente por las diferentes ayudas agrarias asociadas a sus producciones. Es decir, los precios han incluido de forma implícita un valor de capitalización de dichas ayudas directas. En el trabajo de Gracia *et al.* (2004) se resumen las aportaciones de diferentes autores que han estudiado el mercado de la tierra agraria en España y que coinciden en señalar un primer periodo fuertemente alcista durante 1985-89, años caracterizados por nuestra incorporación a la entonces Comunidad Económica Europea y por un periodo de crecimiento económico.

La evolución diferencial de secano y regadío que comienza en 1986 se hace más marcada desde 1992 (Reforma McSharry), con el establecimiento del sistema de pagos directos por superficie de cultivo. La Agenda 2000 señala un cierto cambio de tendencia que se debería agudizar con la última reforma de la PAC (Acuerdo de Luxemburgo de 2003) implementada en España a partir de 2006, por la cual la mayor parte de los pagos directos se han ido desacoplado de la producción.

3. Metodología

El precio, o valor de mercado de un bien, (como la tierra), es el resultado de un consenso entre los valores otorgados al mismo por comprador y vendedor, de manera que, si el precio es inferior al valor que el vendedor concede al bien, no existirá transacción, como tampoco la habrá en el caso de que el precio supere el valor concedido por el comprador (Caballer, 1998). Por ello, implícita en el precio se encuentra la valoración de toda característica apreciable por cualquiera de las dos partes. En nuestro caso, el objeto cuya valoración interesa es el agua de riego asociada a la tierra.

Los métodos hedónicos han sido empleados con anterioridad para valorar el agua, remontándose algunos trabajos a los años 50. Podemos citar a Croutier (1987), Michalland (1996) o Latinopoulos *et al.* (2004) Como ejemplos de valoración por métodos hedónicos del agua de riego en Europa, y entre los varios ejemplos en EE.UU., podemos citar a Torell *et al.* (1990) o Faux y Perry (1999). Antecedentes de aplicación de métodos hedónicos a la valoración del regadío en España son los trabajos de Arias (2001) y Gracia *et al.* (2004).

Como ejemplo del método hedónico empleado de manera general podemos citar el trabajo de Faux y Perry (1999), que se basa en una estimación del tipo:

$$\text{Precio tierra} = f(\% \text{ de suelo de clase I, } \dots - 7 \text{ clases} - \dots, \% \text{ de suelo de clase VII, distancia a pueblo, derechos de edificación, valor de edificios})$$

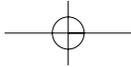
La base de datos para dicho estudio consta de 255 observaciones realizadas en un periodo de 5 años. Estos autores calculan una tasa de descuento de 6% para convertir derechos permanentes al agua (valor capital observado) en el valor de arrendamiento de «agua-año», para la que llegan a estimar un intervalo¹ de 9 USD/acre-pie a 44 USD/acre-pie, es decir, entre 0,0056 y 0,0275 €/m³, siendo la moda de 0,011 €/m³. El método utilizado en el trabajo de Faux y Perry realmente debería denominarse «quasi-hedónico», ya que la cantidad de agua asociada a la tierra es una variable exógena (externa al modelo), como el que se planeta para esta investigación.

Otro ejemplo, también en Estados Unidos, es el de Young (2005), quien a partir de una amplia base de datos para todo el país concluye que los 23,46 millones de ha regadas con 209,68 miles de hm³ (8.953 m³/ha), tienen un diferencial de precio de 900 \$/acre (1.716 €/ha), lo que se traduce, empleando una capitalización del 7%, en un valor de 25 \$/acre-pie (0,016 €/m³).

Para el caso español, tenemos un ejemplo en el trabajo de Garrido *et al.* (2006), que al analizar la diferencia de precio secano/regadío en España, señala un valor implícito de capitalización del agua de riego de 2,0 a 4,0 €/m³. No obstante, la escasa representación de aplicación de este método al caso español, a pesar de contar con los antecedentes comentados de Arias (2001) y Gracia *et al.* (2004), justifica la elaboración de este trabajo.

El valor del agua de riego que nos proporciona este método tiene dos características:

¹ 1 US Dólar = 0.77175 Euro; acre-pie = 1.233,48 m³.



- El resultado será un valor de capitalización (es decir, las rentas futuras permanentes descontadas al momento actual).
- El resultado es un valor «en destino», es decir, que ya el comprador ha tenido en cuenta los costes de transporte, distribución, etc.

La distinción entre valor en «origen» y «destino» la podemos tomar de Young (2005). Este señala que el valor en «origen» del agua no incluye el descuento de costes de transporte y distribución, por lo que permite comparar usos alternativos intersectoriales (ej. agrario-urbano) o intra-sectoriales (ej. trasvases).

El uso del agua en riego implica el pago de todos los costes (canon, derrama, energía, mano de obra, etc.) hasta que el recurso puede ser empleado. En nuestro caso, al valorar el agua en «destino», el comprador ya ha descontado los costes de distribución y transporte y los ha tenido en cuenta en su estimación del valor de la finca.

Como afirma Caballer (1998), el mercado de fincas rústicas es un mercado de poca actividad, que apenas ofrece información operativa, sobre todo si se atiende a transacciones de fincas más o menos homogéneas. La información de partida para aplicar esta metodología es relativa a la Encuesta Anual de Precios de la Tierra 2004 (Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 2007). En esta se registran los precios de las transacciones de compraventa de tierras que han tenido lugar en dicho año, el sistema de cultivo (secano o regadío), y el municipio y paraje donde se encuentran los terrenos.

Dada la escasa frecuencia con que se encuentran transacciones para ambos sistemas en un mismo municipio, se ha decidido adoptar como criterio de comparación de los precios en secano y regadío cuando se dé una coincidencia de ambos en una misma comarca agraria. Dentro de este conjunto de casos, un criterio secundario de comparación será el aprovechamiento a que se dedique la tierra. Se han distinguido 4 casos: tierras de labor, olivar de almazara, olivar de mesa y viñedo.

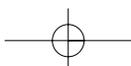
Hemos de precisar que sólo se ha llevado a cabo este análisis para aquellas comarcas del Guadalquivir pertenecientes a la Comunidad Autónoma Andaluza. No obstante, ello supone que se considera en torno al 90% de la superficie de la demarcación, por lo que existirá una alta representatividad de las cifras aquí obtenidas ante el conjunto de la cuenca del Guadalquivir.

Los diferenciales de precios entre regadío y secano (Δ) obtenidos en las citadas condiciones, para un mismo aprovechamiento y comarca agraria, se han calculado mediante la expresión [1].

$$\Delta = (\sum P_{Reg_i} \times S_{Reg_i}) - (\sum P_{Sec_j} \times S_{Sec_j}) \quad [1]$$

Donde P_{Reg_i} y P_{Sec_j} son cada uno de los precios registrados para una misma comarca y un mismo aprovechamiento en tierras de regadío y secano respectivamente, y S_{Reg_i} y S_{Sec_j} son las superficies relativas de dichos terrenos, que actúan como variables de ponderación.

El siguiente paso ha sido la consideración de la dotación de agua de riego asociada a los terrenos de regadío en cada caso, según se recoge en la expresión [2].



$$V = \frac{\Delta}{D} \quad [2]$$

Donde (Δ) es el diferencial de precios calculado anteriormente; D es la dotación de riego estimada en promedio para la comarca de que se trate, y V es el valor de capitalización del agua de riego, lo que implica realizar ciertas simplificaciones, que se mencionan más adelante.

Finalmente, podemos estimar el valor del agua, según la fórmula de capitalización [3], convirtiendo el valor V calculado, en una cifra de renta anual (A), para lo que aplicamos una tasa de descuento r , cuya cuantía se discute más adelante.

$$V = \frac{A}{r} \quad [3]$$

4. Caso de estudio: Cuenca del Guadalquivir

La cuenca del Guadalquivir, ocupa una superficie de 57.527 km², con una población aproximada de 4,32 millones de habitantes distribuidos en 476 municipios. El Plan Hidrológico del Guadalquivir (CHG, 1994) describe la gestión general de la cuenca e indica que el valor medio de los recursos renovables de la cuenca (superficiales y subterráneos) está en torno a 6.900 hm³/año (CHG-MIMAM, 2006) en un año medio, mientras que la estimación del consumo bruto para el año 2002 fue de 3.583 hm³/año. La cuenca presenta un alto grado de regulación, realizándose el suministro de agua a partir de embalses que regulan el 35 % de los recursos naturales superficiales, así como del flujo base y de la explotación de acuíferos, alcanzándose hasta el 49% de los recursos renovables. El nivel de extracción es alto (cercano al 50% en un año hidrológico normal), con una precipitación interanual fluctuante, por lo que la garantía de lograr la satisfacción de los derechos de asignación de agua de los usuarios es baja. La agricultura es a todas luces el mayor consumidor de agua (un 86% del total).

El Cuadro 1 muestra los diferenciales de precios regadío/secano por comarcas, obtenidos como se ha descrito en el apartado anterior. De las 39 comarcas agrarias andaluzas pertenecientes a la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, sólo 20 permiten obtener al menos un diferencial de precios regadío/secano, número que se reduce aún más a la hora de asignar una dotación de riego.

Como se observa (Cuadro 1), los diferenciales de precios más frecuentes de las transacciones realizadas oscilan desde los 2.000 €/ha, para olivar en la comarca sevillana de Las Marismas, hasta 24.919 €/ha, para olivar en la comarca, también sevillana, de La Vega.

Se ha desechado el diferencial para tierra de labor en la comarca de Baza (Granada), por tratarse de un valor excesivamente atípico, tomando valores superiores a los 46.000 €/ha y con una reducida superficie de riego. De cualquier manera, los casos de Granada y Málaga merecen menor interés, ya que estos diferenciales son más

CUADRO 1
Diferenciales de precios regadío/secano 2004 a nivel comarcal por aprovechamiento

Provincia	Comarca	Tierra de labor				Olivar almazara				Olivar de mesa				Viñedo	
		Diferencial		P. más frec.		Diferencial		P. más frec.		Diferencial		P. más frec.		Diferencial	
		P. mín	P. máx	P. mín	P. máx	P. mín	P. máx	P. mín	P. máx	P. mín	P. máx	P. mín	P. máx	P. mín	P. máx
CÁDIZ	Campaña de Cádiz	12.380	12.862	12.928											
		7.218	13.004	16.742											
CÓRDOBA	Campaña Baja	6.935	8.798	9.462	8.300	13.795	18.546								
					7.457	2.894	7.457								
					3.699	4.119	4.371								
					8.537	9.293	8.142								
GRANADA	Sierra de Segura	5.020	6.879	8.550											
	Campaña del Norte	2.176	4.811	3.097											
	La Loma	5.904	9.589	11.973	13.595	15.223	18.151								
	Campaña del Sur				16.415	13.347	22.251								
	Sierra de Cazorla	3.258	7.142	9.214											
	Sierra Sur				15.212	21.549	28.362								
MÁLAGA	Norte o Antequera	19.388	22.458	28.895											
	La Sierra Norte	13.304	16.224	19.471	2.855	3.920	4.611	8.598	8.121	10.095					
	La Vega	14.480	17.650	21.483	21.277	24.919	28.255	12.024	11.610	11.259	1.744	2.316	3.360		
	El Aljarafe	8.269	9.355	10.868				7.305	8.477	11.011	11.100	14.350	18.750		
	Las Marismas	7.151	8.909	9.852	2.000	2.000	3.000	8.425	9.849	10.958					
	La Campaña	7.103	8.032	8.654	7.009	7.046	6.575	6.176	7.193	9.367	8.500	11.800	18.200		
	La Sierra Sur	2.959	4.079	4.353	4.117	4.098	5.732	3.729	4.594	5.606					
	De Estepa	6.978	9.266	8.907	9.145	6.254	9.433	9.286	6.190	9.286					

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (2007).

propios de la Demarcación Mediterránea Andaluza, con clara influencia de la presión urbana de la costa, de cultivos subtropicales y con presión turística, siendo poco representativos de la Cuenca del Guadalquivir. Observando el Cuadro 2, se advierte la superioridad referida de los diferenciales de precios para tierra de labor en las dos provincias mencionadas.

En cuanto a viñedo, se recogen tan sólo tres observaciones comarcales correspondientes a la provincia de Sevilla (se han descartado los precios referentes a viñedo con Denominación de Origen en la comarca de La Campiña, por ser anormalmente elevados debido a dicha condición), y a nivel provincial, los diferenciales obtenidos son prácticamente nulos, llegando en algunos casos a ser negativos, por lo que no se exponen.

El indicador de «precio más frecuente» es un valor producido por la Consejería de Agricultura, en base a la metodología que emplea la misma, y la falta de información detallada hace que no podamos asumir que ese precio sea la moda en el sentido estadístico del término, por lo cual hemos optado por mantener su nombre original. Evidentemente, este trabajo descansa en la calidad de los datos empleados: por una parte la calidad de la encuesta de precios de la tierra, y por otra, la calidad del inventario de regadíos y las dotaciones de agua que estimamos.

Como se ha comprobado, los diferenciales de precios obtenidos a nivel comarcal abarcan un amplio rango de valores. Es de esperar que buena parte de esta diferencia sea debida, a su vez, a una diferente dotación de agua de riego por hectárea. Dado que nuestro objetivo es estimar el valor del agua de riego, necesitamos conocer lo mejor posible el volumen de agua de riego asociado a cada uno de los aprovechamientos/comarcas para los que se han estimado los diferenciales, que resumimos a nivel provincial para los tres aprovechamientos más importantes.

En este punto, a falta de información más detallada sobre dotaciones de riego, nos hemos basado en las cifras de dotaciones promedio por áreas de riego proporcionadas por el «Inventario y Caracterización de Regadíos de Andalucía – actualización 2004» (Junta de Andalucía, 2005), que se muestran en el Cuadro 3. Debemos aclarar que dicha

CUADRO 2

Diferenciales de precios regadío/secano 2004 hallados a nivel provincial por aprovechamiento

Provincia	Tierra de labor			Olivar almazara			Olivar de mesa		
	Diferencial (€)			Diferencial (€)			Diferencial (€)		
	P. mín	P. más frec.	P. Máx	P. mín	P. más frec.	P. máx.	P. mín.	P. más frec.	P. máx
CÁDIZ	15.817	16.203	16.331						
CÓRDOBA	7.658	12.488	16.038						
GRANADA	30.786	35.333	41.554	1.854	3.235	4.987			
JAÉN	6.711	9.843	11.998	10.933	14.298	18.566			
MÁLAGA	18.184	22.045	25.550						
SEVILLA	9.852	11.393	13.163	9.937	10.055	11.793	7.099	7.427	9.333

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (2007).

tabla recoge las dotaciones reales observadas en un «año medio», y que no coincide con la concesión administrativa oficial, (que en teoría es de 6.000 m³/ha como media para la cuenca), situándose la media real en 4.750 m³/ha aproximadamente, debido a que incluso en un año de características hidrológicas medias, las concesiones en vigor superan a los recursos disponibles. En nuestro modelo asumiremos como agua asociada a la tierra, la dotación real disponible, y no la concesión administrativa oficial.

En el futuro, es posible que el mercado de derechos de agua (que ha autorizado la última reforma de la Ley de Aguas) haga cambiar la situación dando relevancia a la dotación administrativa, pero no obstante, en el presente trabajo no se ha tenido en cuenta esta posibilidad, al considerarse que los compradores de tierras de riego hasta 2004, que es nuestro año de referencia, tampoco han tenido en cuenta la posibilidad de venta de derechos.

CUADRO 3
Asignación de dotaciones promedio de agua de riego por comarcas

Provincia	Comarca	Área de riego (Inventario 2004)	Dotación (m ³ /ha)
CÁDIZ	Campaña de Cádiz	Campaña Jerez	3.293,80
CÓRDOBA	Campaña Baja	Campaña Baja	3.455,40
GRANADA	Guadix	Comarca de Guadix	4.390,00
	Iznalloz	Comarca Iznalloz	2.346,60
	Alhama	Comarca de Alhama	3.205,00
JAÉN	Sierra de Segura	Segura	3.465,20
	Campaña del Sur	Campaña Sur	2.334,10
	Sierra de Cazorla	Cazorla	2.428,30
	Sierra Sur	Sierra Sur	2.696,00
SEVILLA	La Sierra Norte	Sierra Norte	2.824,90
	El Aljarafe	Aljarafe	2.451,60
	Las Marismas	Norte de la Comarca de Las Marismas	4.739,30
	La Campiña	Campaña Utrera-Lebrija	3.081,60
	La Sierra Sur	Sierra Sur	3.146,60
	De Estepa	Comarca de Estepa	1.963,10

Fuente: Inventario y Caracterización de Regadíos de Andalucía. Actualización 2004.

5. Resultados: valor de capitalización del agua en la Cuenca del Guadalquivir

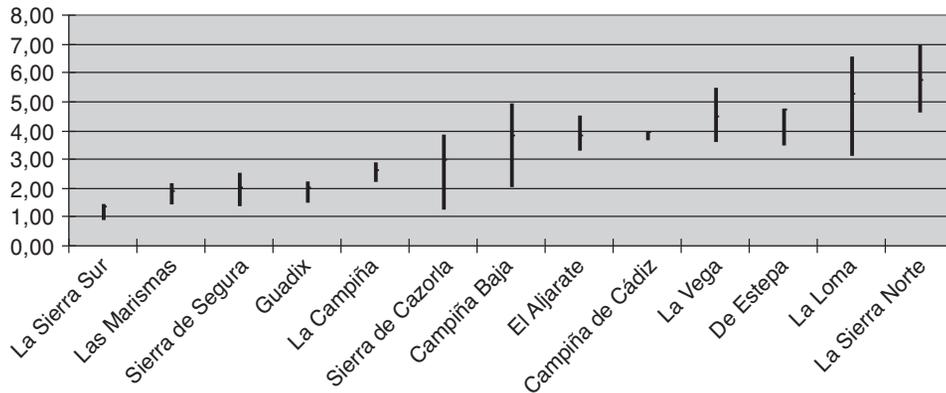
Con la base de datos resumida en la sección anterior (Cuadros 1 a 3) y la metodología ya descrita, pasamos a calcular los valores de capitalización del agua. Para ello, se reparte el diferencial de precios entre la dotación estimada para cada comarca (Cuadro 3), según la expresión [2]. Obtenemos así una estimación del valor correspondiente en euros/m³/ha-año (Cuadro 4). Nuestro modelo asume la hipótesis de que todo el diferencial de precios entre regadío y secano se explica por el valor del agua de riego, lo que analizaremos con más detalle en el apartado de discusión.

Somos conscientes de que el uso de cifras de dotaciones promedio supone una pérdida de exactitud en las estimaciones, ya que, si bien un promedio puede ser representativo para el conjunto de una comarca, en la práctica esta dotación teórica puede diferir considerablemente de la que está asociada a los terrenos de regadío concretos recogidos en la Encuesta Anual de Precios de la Tierra (Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 2007), a partir de los que se han calculado los diferenciales de precios.

Los Gráficos 2 a 5 presentan los valores estimados por comarcas para el derecho al m³ de agua de riego según aprovechamientos, que aparecen recogidos en el Cuadro 4. Además se ha calculado en cada caso para la cuenca el promedio ponderado (por superficie comarcal).

GRÁFICO 2

Tierra de labor. Valor estimado de capitalización de agua de riego por comarcas (€/m³)



	P. mín	P. más frec.	P. máx
PROMEDIO PONDERADO CUENCA	2,65	3,51	4,14

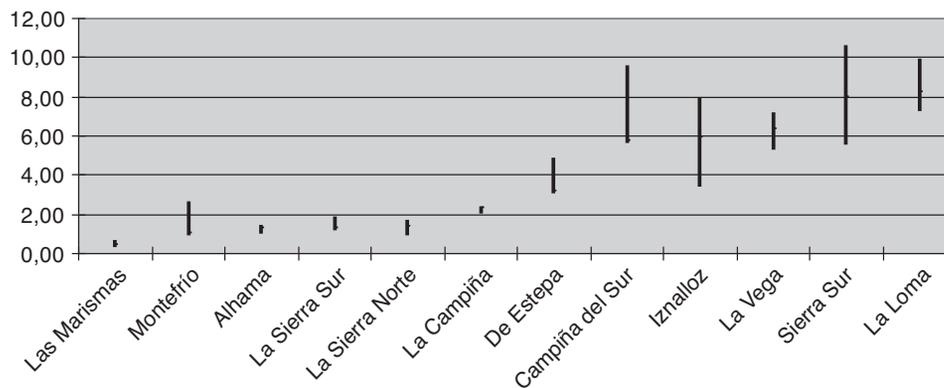
Fuente: Elaboración propia.

El olivar de almazara es el segundo aprovechamiento con mayor peso en la Cuenca del Guadalquivir, ocupando aproximadamente un 42,7% de la superficie de cultivo.

En cuanto al olivar de aderezo o de mesa, su presencia es mucho menor (aproximadamente un 3,5%), y se limita casi exclusivamente a la provincia de Sevilla, donde sí llega a alcanzar una presencia representativa, con más del 40% del olivar sevillano en producción (Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 2003).

Por último, existen sólo tres datos comarcales para el viñedo, todos en la provincia de Sevilla. Este aprovechamiento tiene una muy escasa presencia relativa en la demarcación (apenas un 1,05% de la superficie de cultivo).

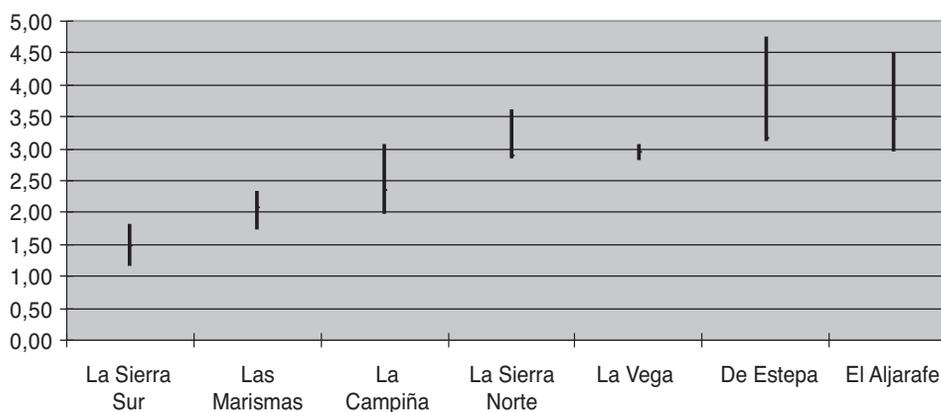
GRÁFICO 3

Olivar almazara. Valor estimado de capitalización de agua de riego por comarcas (€/m³)

	P. mín	P. más frec.	P. máx
PROMEDIO PONDERADO CUENCA	3,15	3,46	4,31

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 4

Olivar mesa. Valor estimado de capitalización de agua de riego por comarcas (€/m³)

	P. mín	P. más frec.	P. máx
PROMEDIO PONDERADO CUENCA	2,48	2,55	3,15

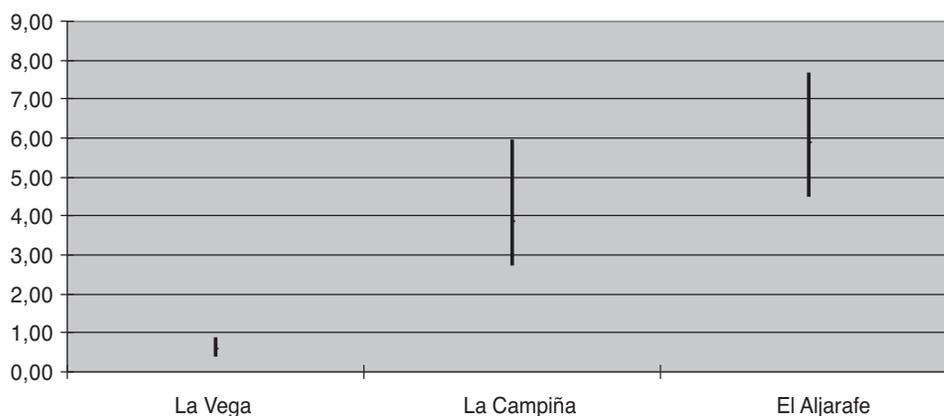
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4
 Valor de capitalización de agua de riego estimado por aprovechamientos y comarcas (€/m³)

Provincia	Comarca	Tierra de labor			Olivar almazara			Olivar de mesa			Viñedo		
		P. mín	P. más frec.	P. máx	P. mín	P. más frec.	P. máx	P. mín	P. más frec.	P. máx	P. mín	P. más frec.	P. máx
CÁDIZ	Campiña de Cádiz	3,76	3,90	3,92									
		2,09	3,76	4,8									
CÓRDOBA	Guadix	1,58	2,00	2,16									
	Iznalloz				3,54	5,88	7,91						
	Montefrío				2,55	0,99	2,55						
	Alhama				1,15	1,29	1,36						
GRANADA	Sierra de Segura	1,45	1,99	2,47									
	Campiña del Norte	3,21	5,21	6,50	7,38	8,27	9,85						
	La Loma				7,03	5,72	9,53						
	Campiña del Sur	1,34	2,94	3,79									
JAÉN	Sierra de Cazorla				5,64	7,99	10,52						
	Sierra Sur												
SEVILLA	La Sierra Norte	4,71	5,74	6,89	1,01	1,39	1,63	3,04	2,87	3,57			
	La Vega	3,66	4,46	5,43	5,38	6,30	7,15	3,04	2,94	2,85	0,44	0,59	0,85
	El Aljarafe	3,37	3,82	4,43				2,98	3,46	4,49	4,53	5,85	7,65
	Las Marismas	1,51	1,88	2,08	0,42	0,42	0,63	1,78	2,08	2,31			
CÓRDOBA	La Campiña	2,30	2,61	2,81	2,27	2,29	2,13	2,00	2,33	3,04	2,76	3,83	5,91
	La Sierra Sur	0,94	1,30	1,38	1,31	1,30	1,82	1,19	1,46	1,78			
	De Estepa	3,55	4,72	4,54	4,66	3,19	4,81	4,73	3,15	4,73			

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 5

Viñedo. Valor estimado de capitalización de agua de riego por comarcas (€/m³)

	P. mín	P. más frec.	P. máx
PROMEDIO PONDERADO CUENCA	2,42	3,31	4,99

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 5 resume los anteriores valores estimados por aprovechamientos, así como el promedio para la cuenca, mediante ponderación con los porcentajes de superficie representados por cada uno de dichos aprovechamientos.

CUADRO 5

Valor estimado de capitalización de agua de riego por aprovechamientos y promedio para la cuenca (€/m³)

Aprovechamiento	Valor mínimo	Valor más frec.	Valor máximo
Tierra de labor	2,65	3,51	4,14
Olivar almazara	3,15	3,46	4,31
Olivar mesa	2,48	2,55	3,15
Viñedo	2,42	3,31	4,99
Promedio Cuenca	2,86	3,46	4,20

Fuente: Elaboración propia.

Por último, nos interesa convertir el valor calculado en una cifra de renta anual (A), que obtenemos de la expresión [3] según se comentó en el apartado de metodología. La elección de la tasa de actualización es una decisión delicada, y que ya ha sido objeto de análisis por otros autores. En principio, al tratarse de un recurso natural para la producción agraria, cabría proponer el empleo de valores similares a los utilizados en valoración de tierras, y que normalmente estarán por debajo del 4%. Sin

embargo esta hipótesis está en contradicción con los precedentes que encontramos en la literatura, y que proponen el uso de tasas diferentes para el agua y la tierra. Dichos antecedentes son los ya citados de Faux y Perry (1999), que utilizan una tasa de descuento del 6%, o Young (2005), que propone una tasa del 7%. En el caso español, nos encontramos con Segura y Ribal (2002), que estiman el tipo de capitalización del regadío en un 7,8%, y Lopez-Baldovín *et al.* (2005), que propone el 8%.

En el Cuadro 6 ofrecemos un análisis de sensibilidad de los valores resultantes en función del tipo de descuento empleado.

CUADRO 6
Precios promedio estimados de agua de riego por aprovechamientos⁽¹⁾
en función de la tasa de descuento considerada (€/m³año)

Aprovechamiento	4%	6%	8%	10%
Tierra de labor	0,14	0,21	0,28	0,35
Olivar almazara	0,14	0,21	0,28	0,35
Olivar mesa	0,10	0,15	0,20	0,26
Viñedo	0,13	0,20	0,26	0,33
Promedio Cuenca	0,14	0,21	0,28	0,35

⁽¹⁾ Basados en el precio más frecuente.

Fuente: Elaboración propia.

La determinación con precisión del tipo de actualización a utilizar no es el objetivo de este trabajo, ya que el resultado del método de comparación de precios de la tierra es un valor de capitalización, y el tipo de descuento es una incógnita, que podría obtenerse de la ecuación [3] una vez conocidos el valor «V» y la renta anual «A», no obstante, este punto se discute a continuación.

6. Discusión

Los resultados que se han descrito en las secciones precedentes deben ser sometidos a una cierta discusión, sobre todo a la luz de las consecuencias prácticas que se pueden derivar de ellos y las distintas hipótesis que hemos asumido. En primer lugar, podemos convertir este valor en «destino» en su equivalente en «origen», lo que nos permite comparar diferentes usos o asignaciones territoriales del recurso.

Para estimar el valor final «en origen» hay que sumar al valor observado (que es un valor «a largo plazo/en destino») dos componentes: por un lado el coste medio en «abastecimiento y transporte en alta» para la Cuenca del Guadalquivir (Canon + TUA), de 0,0346 €/m³ (MIMAM, 2007), y por otro, el coste medio de derrama de las Comunidades de regantes que Berbel *et al.* (2007) estiman para el Guadalquivir en 0,05 €/m³. Nótese que el valor en «alta o en «origen» es mayor que «en baja o en destino», según la definición que hemos empleado, que es la que tomamos de Young (2005), ya que el resultado de aplicar el método quasi-hedónico, es siempre el valor en destino.

En cuanto a la conversión de valor «capital» a valor «renta» son escasas las justificaciones que se han dado en la literatura para el empleo de una tasa de descuento diferente para la tierra y el agua. En este sentido Faux y Perry (1999) comentan que aunque la tierra tiene una tasa de descuento para su muestra analizada en torno al 3%, el valor que encuentran para el agua es del 6%, sin dar explicación ninguna a este hecho.

Para poder calcular la tasa de descuento es necesario despejar « r » de la ecuación [3], lo que implica disponer de una estimación del valor del agua en la cuenca. Como indicador del valor (V) capitalizado del agua tomamos el valor de la tierra de labor ($3,51 \text{ €/m}^3$) ya que esto evita la interferencia del capital territorial (arbolado, maquinaria, etc.) que llevan implícitos los cultivos leñosos. Por otro lado, para estimar el valor-renta del agua (A) tenemos dos referencias recientes:

- Por un lado, el valor implícito en el precio de mercado observado en las transacciones por cesiones de derechos de aguas, realizadas en la campaña de riego 2006/2007 que han llegado aproximadamente a 50 hm^3 (alrededor del 2,5% del agua de riego del Guadalquivir). El precio observado para la cesión de estos derechos ha sido de $0,18 \text{ €/m}^3$.
- Por otro lado, Berbel y Pistón (2007) estiman como valor residual del agua en el Guadalquivir en $0,25 \text{ €/m}^3$ para el año 2005.

Si tomamos estas cifras respectivamente como valor de renta anual (A), y valor de capitalización (V) más frecuente del agua, el valor de la tasa de descuento deducido de los dos datos comentados implicaría un rango de tipos entre 5,1% y 7,1%. No obstante, el uso del precio observado en las transacciones ($0,18 \text{ €/m}^3$) no nos parece adecuado por no ser realmente un precio de mercado sino un precio «intervenido» actuando la Confederación y el Ministerio como «árbitro» de la compraventa. Por tanto nos inclinaríamos más por el empleo del segundo valor ($0,25 \text{ €/m}^3$) lo que nos llevaría a valores cercanos al 7% y que coincidirían con los propuestos por Young (2005) siendo la justificación que aporta este autor para un valor tan elevado (comparado con el que tiene el descuento de tierras en general) la necesidad de valorar el agua como cualquier otro factor de producción empresarial (maquinaria, etc.) y diferenciado de la tierra.

Las diferencias resultantes con los valores de mercado para la valoración de tierras agrarias, merecen una interesante discusión sobre sus posibles causas, pero ello excede los objetivos y medios de este trabajo.

Para concluir, a las transacciones generales comentadas hay que añadir otro ejemplo reciente de compra-venta de tierras de regadío, en la zona de Almonte-Marisma, donde el valor del suelo puede considerarse prácticamente despreciable, y en la que el agua se destina a un trasvase para cultivos hortícolas de Almería. En el Cuadro 7 se recogen los datos de dicha compra-venta de tierras.

Es decir, que el ratio $3,46 \text{ €/m}^3$ como valor medio en el Guadalquivir se convierte en este caso en $4,31 \text{ €/m}^3$ cuando el destino es el trasvase a Almería, lo que situaría esta transacción en el rango de valores máximos descritos en el Cuadro 4.

Por último, es necesario recordar que una hipótesis simplificadora y una debilidad de este método es la hipótesis de que todo el «diferencial de precio secano-riego» es imputable al agua, lo que no es del todo cierto. De hecho, dos factores que pueden contribuir a explicar el diferencial de precios riego/secano son: (i) el aumento en el

CUADRO 7

Estimación del valor del agua en base a compra de tierras con derecho a riego

Concepto	Valor	Unidades
Precio tierra	42.000.000	€
Superficie	1.500	ha
Agua cedida (*)	6.500	m ³ /ha
Total agua/año	9.750.000	m ³
RATIO (€/m ³)	4,31	€/m ³

(*) La Confederación sólo autoriza el trasvase de este volumen aunque la dotación ronda los 12.000 m³/ha, ya que el 50% no es utilizable porque debe permanecer como «tapón salino». El año 2007 se han autorizado 4.500 m³/ha.

Fuente: Feragua y C.H. Guadalquivir, comunicación personal.

uso de los activos materiales por hectárea, por la mayor intensidad de cultivo de riego (arbolado, naves, maquinaria, etc.), y (ii) el hecho de que las fincas de riego suelen estar en zonas con mejor dotación de infraestructuras (carreteras, electrificación, etc.), y más próximas a núcleos de población.

Finalmente, parece relevante comentar la subida de costes que implicará para los regantes la tarificación del recurso con recuperación completa de costes que exige la Directiva Marco de Aguas. Tomaremos como válidos los datos que aporta el informe del MIMAM (2007), que señala que la recuperación de costes en el Guadalquivir (en alta) estaría próxima al 90,45%, por otra parte, el coste medio del agua (en alta) según esta misma publicación es de 0,0346 €/m³. Por tanto es necesario un incremento de 9,55% en las tasas que se aplique para recuperar el total de costes financieros al que hay que añadir una subida adicional con el fin de recuperar «costes ambientales y del recurso» que podríamos en principio situar en torno a 0,1 cént €/m³ en base a propuestas provisionales del MIMAM (véase Martín-Ortega *et al* (2007) para una discusión sobre los valores ambientales del recurso en la cuenca del Guadalquivir). La combinación de ambos factores (recuperación completa y coste ambiental), podría suponer un aumento cercano al 10% sobre los niveles actuales de coste para el agua de origen superficial, y un 1-2% sobre el coste del agua subterránea (CHG-MIMAM, 2007).

Si aceptamos los valores de capitalización obtenidos por el método de precios quasi-hedónicos, y que implican unos precios en el rango 0,14-0,35 €/m³ en función de la tasa de descuento elegida (Cuadro 6), la aplicación de una subida de un 10% sobre los actuales niveles de coste (desde el valor actual de 0,0346 €/m³ hasta el futuro de 0,0380 €/m³), parece, en nuestra opinión, perfectamente soportable por los regantes.

7. Conclusiones

El presente trabajo se enmarca dentro de una línea de investigación que busca disponer de medios simples y reproducibles para estimar el valor del agua en las distin-

tas cuencas hidrográficas españolas, de las cuales la aplicación al Guadalquivir es un primer ejemplo.

Las estimaciones obtenidas para el valor del agua de riego, corresponden a un orden de magnitud comparable al de los valores que se observan en base a transacciones de mercado ocurridas durante esta campaña 2006/07, y son muy similares a las obtenidas por otros trabajos publicados a partir de modelos de cultivos.

Las mejoras que deben realizarse sobre este método están sujetas a la disponibilidad de datos, en dos sentidos:

- Más información territorial, con la cual podamos hacer estimaciones del valor en detalle (e.g. a nivel comarcal). Especialmente crítico es obtener datos más precisos de la cantidad de agua asociada a cada paraje y territorio.
- Más información sobre variables vinculadas al precio de la tierra (distancia núcleo urbano, presencia de energía eléctrica, activos materiales, etc.), que influyen conjuntamente con el agua en la magnitud del mismo.

Las estimaciones serán más precisas de este modo y los beneficios de emplear el método propuesto en este trabajo serán mayores para la comunidad científica y la sociedad, ambas implicadas en la gestión de recursos hídricos.

Para concluir, esperamos que este trabajo haya aportado información valiosa y haya dado respuesta a algunas preguntas planteadas inicialmente, pero por otra parte, como suele ocurrir en toda investigación, también deja planteadas otras nuevas como son: ¿qué porcentaje del «valor capital» del agua calculado en este método corresponde al agua en sí misma y qué porcentaje corresponde a otros activos y factores? ¿Qué peso tiene la incertidumbre en dotaciones reales de agua de riego en la tasa de descuento del valor del agua? ¿Por qué muestran los valores del agua capitalizados para comarcas/aprovechamientos una homogeneidad como la que encontramos en este trabajo? Esperamos que en futuras investigaciones se puedan dar respuesta a estos interrogantes y profundizar en el valor del recurso agua como una clave para una mejor gestión de los escasos recursos hídricos en regiones como la nuestra.

Bibliografía

- Arias, C. (2001). «Estimación del valor del regadío a partir del precio de la tierra». *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 1(1):115-124.
- Berbel, J. Calatrava, J. y Garrido, A. (2007). «Water pricing and irrigation: A review of the European Experience» En: Molle, F., Berkoff, J. y Barker, R. (Eds.) *Irrigation Water Pricing Policy in Context: Exploring the Gap between Theory and Practice*. Wallingford, UK: CABI.
- Berbel, J. y Pistón, J.M. (2007). Informe intermedio proyecto «Valoración Activos Naturales de España (VANE)». <http://www.uco.es/~es1bevej/vane1.pdf>
- Caballer, V. (1998). *Valoración Agraria. Teoría y Práctica* (4.ª ed). Mundi-Prensa, Madrid.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (1994). *Plan Hidrológico del Guadalquivir*.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir-Ministerio de Medio Ambiente (2006). *Plan Especial Sequía*.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir-Ministerio de Medio Ambiente (2007). Esquema de temas importantes. «Documento de trabajo para la Mesa de Seguimiento del Plan Hidrológico». Sevilla, 8 de noviembre.

- Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (2007). *Encuesta anual de precios de la tierra 2004*. Comunicación personal.
- Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (2003). *Anuario de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía 2003*. Servicio de publicaciones de la Junta de Andalucía.
- Croutier, J.P. (1987). «Hedonic estimation applied to a water rights market». *Land Economics*, 63 (3):259-71.
- Directive 2000/60/EC (2000) 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 of European Communities* 22.12.2000, L 327 pp. 1-72.
- Faux, J. y Perry G. (1999). «Estimating irrigation water value using hedonic price analysis: A case study in Malheur County, Oregon». *Land Economics*, 75(3):440-452.
- Garrido, A., Martínez-Santos, P. y Llamas, M.R. (2006). «Groundwater irrigation and its implications for water policy in semiarid countries: the spanish experience». *Hydrogeology Journal*, 14:340-349.
- Gracia, A., Pérez, L., Sanjuán, A. y Barreiro, J. (2004). «Análisis hedónico de los precios de la tierra en la provincia de Zaragoza». *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 202:51-69.
- Latinopoulos, P., Tziakas, V. y Mallios, Z. (2004). «Valuation of irrigation water by the hedonic price method: a case study in Chalkidiki, Greece». *Water, Air & Soil Pollution: Focus*, 4:253-262.
- López Baldovín, M.J., Gutiérrez, C. y Berbel, J. (2005). «Multicriteria and multiperiod programming for scenario analysis in Guadalquivir river irrigated farming». *Journal of the Operational Research Society*, 57:499-509.
- Martín-Ortega, J., Berbel Vecino, J. y Brouwer, R. (2007). «Beneficios y costes ambientales del uso del agua. Una estimación en aplicación de la Directiva Marco del Agua al Guadalquivir». Comunicación presentada en el VI Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria. Albacete, 18-21 septiembre.
- Michaland, B. (1996). «Evaluation de la fonction de demande en eau d'irrigation et application de la méthode des prix hédonistes». *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, 39-40:199-222.
- Ministerio de Medio Ambiente (2007). *Precios y costes de los servicios de agua en España. Informe Integrado*. Madrid.
- Segura, B. y Ribal, F.J. (2002). «Estimación de tasas de actualización mediante el CAPM para la valoración analítica de fincas rústicas en España». *I Congreso Internacional de Valoración y Tasación*. Valencia, 3-5 de julio.
- Torell, L.A., Libben J.D. y Miller, M.D. (1990). «The market value of water in the Ogallala aquifer». *Land Economics*, 66(2):163-175.
- Young, R. (2005). *Determining the economic value of water*. Resources for the Future. Washington.