

Rentabilidad económica del regadío de los canales de Urgell (Lleida, España)

M.M. Clop*,¹, Ll. Cots**, M. Esteban*, J.D. Barragán**

* Dpto. de Administración de empresas y gestión económica de los recursos naturales. ETSEA-Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida (mclop@aegern.udl.cat). Tel.: +34 973 003712

** Dpto. de Ingeniería Agroforestal (ETSEA-UdL). Av. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida

¹ Enviar correspondencia

Resumen

En este trabajo se presentan resultados de indicadores de eficiencia productiva y económica en el uso del agua de riego en el área regable de los Canales de Urgell (Lleida). Se ha realizado un estudio de costes, ingresos, márgenes brutos y beneficios de los principales cultivos de la zona: trigo, maíz, alfalfa, manzana var. Golden, pera var. Conference y pera var. Blanquilla, todos ellos mediante riego por superficie. La recogida de datos proviene de la realización de entrevistas a 24 agricultores de la zona de estudio.

Los resultados muestran que los frutales presentan mayores índices de eficiencia productiva, entre 1,9 y 6,6 kg/m³ de agua aplicada, respecto a los cultivos extensivos, que presentan un índice entre 0,7 y 1,8 kg/m³.

En cuanto a los índices de eficiencia económica, también se han obtenido valores más elevados en el caso de los frutales, entre 0,4 y 1,7 €/m³, frente a 0,06 – 0,20 €/m³ en extensivos para el ratio Margen bruto / agua aplicada, y entre 0,3 y 1,3 €/m³ para el ratio Beneficio / agua aplicada en frutales, frente a 0,04 – 0,16 de los extensivos.

Palabras clave: Eficiencia económica, Agua de riego, Regadío, Cultivos extensivos, Frutales.

Summary

Economic profitability in the Urgell Canals (Lleida, Spain) irrigation area

Results for physical and economic efficiency indicators of water management are presented in this paper for the Urgell Canals irrigated area (Lleida). Costs, incomes, gross margins and profits were studied for the surface irrigated main crops: wheat, corn, alfalfa, apple var. Golden, pear var. Conference and pear var. Blanquilla. 24 farmers' surveys provided the data.

Results show that fruit trees present higher physical efficiency values, between 1.9 and 6.6 kg/m³ of applied water, compared to alfalfa and annual crops, with values between 0.7 and 1.8 kg/m³.

Economic efficiency indicators are higher for fruit trees as well, between 0.4 and 1.7 €/m³, compared to 0.06 – 0.20 €/m³ for alfalfa and annual crops, for the Gross margin / applied water ratio, and between 0.3 and 1.3 €/m³ for the Profit / applied water ratio in fruit trees, compared to 0.04 – 0.16 for the alfalfa and annual crops.

Key words: Economic efficiency, Irrigation water, Irrigation area, Alfalfa and annual crops, Fruit trees.

Introducción

El presente estudio se sitúa dentro del área regada por los Canales de Urgell, que abarca diferentes comarcas y tiene una superficie regable de unas 75.000 ha, aunque el número de hectáreas que se riegan actualmente es de 70.121. El método de riego más utilizado en esta zona es el de superficie mediante tablares con pendiente, y los cultivos principales¹ son el maíz (29%), la alfalfa (22%), el trigo (7%), el manzano (8%) y el peral (6%).

Según Burt *et al.* (1997), dada la creciente presión en la gestión del agua en la agricultura de regadío, la mejor alternativa para satisfacer futuras demandas consiste en incrementar su eficiencia. Jiménez-Bolívar *et al.* (1999) indican que el incremento en la demanda de agua observado en los últimos años ha puesto de manifiesto su escasez y la necesidad de utilizarla de manera eficiente por parte de las explotaciones agrarias, que suponen un 80% del consumo total. Massarutto (2003) comenta que a nivel europeo el regadío es claramente el mayor consumidor de agua, siendo causa de preocupación creciente para las autoridades de política ambiental. En su estudio, augura que el manejo del agua será más eficiente concentrándose en los usos de mayor valor, aunque no necesariamente con repercusiones positivas en términos de sostenibilidad.

En la zona de estudio el precio del agua constituye una cuota fija e independiente del consumo. Ahora bien, dada su escasez es prioritario analizar desde el punto de vista productivo y económico su utilización, comparando a su vez los resultados obtenidos para los distintos cultivos implicados y viendo las posibles repercusiones sobre el territorio.

Concretamente, se presentan los resultados de diversos ratios estudiados para los cultivos principales de la zona, como:

– Rendimientos productivos en función del consumo de agua (kg/m³) o ratio de eficiencia productiva en el uso del agua (WUE, water-use efficiency).

– Márgenes brutos en función del consumo de agua (€/m³) o ratio de eficiencia económica.

– Beneficios en función del consumo de agua (€/m³) o ratio de eficiencia económica.

El primero de los ratios, la eficiencia productiva, conocido en la literatura como Water-use efficiency (WUE), expresa el rendimiento productivo en función del consumo de agua (kg/m³), y ha sido ampliamente estudiado según las propiedades físicas del suelo, distintos niveles de aplicación de agua al cultivo, distintas dosis de fertilizante, etc. (ver Hatfield *et al.*, 2001). Según Howell (2001) en la agricultura de regadío la WUE tiene un alcance más amplio que la mayoría de las aplicaciones agronómicas y debe ser considerado a nivel de cuenca o de zona regable. También Batchelor (1999) y Wallace and Batchelor (1997) destacan la importancia de dicho indicador, añadiendo que según las condiciones locales del sistema de riego, las mejoras agronómicas, técnicas, de gestión e institucionales pueden tener impactos positivos grandes en las distintas eficiencias en el uso del agua de riego.

Los ratios de eficiencia económica del agua de riego (margen bruto y beneficio en función del consumo de agua, en €/m³) relacionan el resultado económico con el agua aplicada. Tienen una aplicación más amplia comparada con la del ratio de eficiencia pro-

¹ Fuente: Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP, 2004).

ductiva, permitiendo un análisis de costes y beneficios privados y sociales (Cai et al., 2001).

Ambos tipos de indicadores (productivos y económicos) son útiles para la gestión del agua y del sistema de riego a nivel de cuenca, pero el concepto de eficiencia económica es más amplio y pretende optimizar el valor económico del uso del agua a través de medidas agronómicas y de gestión (Cai et al., 2003).

Wallace y Batchelor (1997) describen cuatro categorías de mejora de ambos indicadores de eficiencia productiva y económica, que incluyen:

- mejoras agronómicas (por ejemplo, manejo de los cultivos y estrategias de cultivo);
- mejoras técnicas (por ejemplo, sistemas de regadío avanzados);
- mejoras en gestión (por ejemplo, adopción de sistemas de programación del riego bajo demanda y mejoras en el manejo de los equipos); y
- mejoras institucionales (por ejemplo, introducción de un precio del agua y mejora del ámbito legal).

Howell (2001) adapta las indicaciones de Wallace y Batchelor (1997) y propone mejoras adicionales en la eficiencia del riego, como por ejemplo incentivar legalmente la reducción del uso del agua y penalizar su uso ineficiente, o bien educar en nuevas y avanzadas técnicas.

En cuanto a la relación entre los ratios de eficiencia productiva y económica, no existe un consenso. Según Cai et al. (2001), para una infraestructura dada, la eficiencia productiva no constituye un buen indicador de la eficiencia económica en general. Además, los derechos de venta de agua inducen mejoras en la eficiencia productiva a medida que se hace favorable para los agricultores la inversión en tecnologías de riego

mejoradas y la venta del excedente a las áreas urbanas. Por otro lado, precios de agua más elevados implican una eficiencia ligeramente superior, a medida que los agricultores reducen su uso, introducen cultivos de mayor valor y utilizan niveles superiores de tecnología de riego en algunos cultivos.

Según dichos autores, si el coste marginal de incrementar la eficiencia productiva es mayor que el beneficio de utilizar el agua adicional, mejoras en la eficiencia productiva sólo son atractivas desde una perspectiva económica cuando el agua ahorrada es transferida a usos de mayor valor, por ejemplo cambiando la cartera de cultivos, realizando transacciones de agua entre sistemas, o reasignándola hacia usos doméstico-industriales.

Además, si las mejoras en eficiencia productiva conducen a daños medioambientales o ecológicos, como reducción del nivel de calidad del agua, encharcamiento y salinización, u otras externalidades negativas y efectos a terceros, pueden en realidad reducir los niveles de eficiencia económica (Wichelns, 1999; Dinar, 1993)

Navarro C. de Sobregrau et al. (2005a,b) y Navarro C. de Sobregrau et al. (2006) presentan resultados de ratios de eficiencia económica para distintas zonas regables de España. A nivel internacional existe una amplia literatura en la que se calculan dichos valores, aunque su comparación pierde interés dada la heterogeneidad de las condiciones (cultivos, clima, gestión, comercialización, etc.). Por si el lector tiene interés, Cai et al. (2001) y Cai et al. (2003) aportan valores globales para la cuenca del río Maipo en Chile.

Metodología

Para la realización de este estudio se ha dispuesto de datos de diferentes explotaciones agrícolas situadas en la zona regada por los

Canales de Urgell. Estos datos se obtuvieron mediante la realización de entrevistas a 24 agricultores que disponían de uno o más de los cultivos representativos de la zona (tabla 1). Para la recogida de información se tomó como año de referencia el 2004 en el caso de los cultivos extensivos y el 2003 para los frutales².

Con los datos obtenidos en las entrevistas y para cada uno de los cultivos se han determinado los siguientes valores:

- Ingresos (venta del producto y subvención, si es el caso)
- Costes variables:
 - Mano de obra
 - Materias primas
 - Maquinaria (combustible, reparaciones y mantenimiento)
 - Labores contratadas
- Costes fijos:
 - Maquinaria (amortizaciones, coste del capital, coste del almacén y seguro)

- Plantación, en caso de frutales (amortización y coste del capital)
- Seguros
- Impuestos (canon y derramas de agua, contribución rústica, seguridad social, etc.)
- Otros (gestoría, etc.)

A partir de los cuales se han calculado los siguientes:

- Margen bruto: Ingresos - Costes variables
- Beneficio: Ingresos - Costes totales
- Ratio Rendimiento / agua aplicada
- Ratio Margen bruto / agua aplicada
- Ratio Beneficio / agua aplicada

Para el cálculo de los ingresos se ha tenido en cuenta la producción total en el año de referencia más las ayudas o subvenciones, en caso de percibirse. Por si los años considerados no fuesen representativos de un año "normal" en cuanto a rendimientos y precios, las posibles fluctuaciones en los ingresos se han recogido solicitando a los agricultores

Tabla 1. Número de encuestas realizadas y superficie total por cultivo
Table 1. Number of cases and total crop surface

Cultivo	nº casos	Superficie total (ha)
Maíz	13	348
Trigo	10	168
Alfalfa	11	577
Manzana Golden	7	25
Pera Conference	5	14
Pera Blanquilla	4	4

² Puesto que los agricultores liquidan la venta del producto con la cooperativa o empresa comercializadora en el año siguiente al de producción

una estimación de los valores de rendimientos medios para los cultivos estudiados, y utilizando precios medios, máximos y mínimos de los publicados por el DARP en el período 2000-2003 en el caso de los frutales y 2000-2004 en el caso de los extensivos.

El cálculo de las amortizaciones se ha realizado asignando una vida útil a cada elemento de la maquinaria; en el caso del tractor, por ejemplo, se han tomado 12.000 horas. El coste del capital se ha calculado suponiendo un interés del 4%. Respecto a los seguros, se ha considerado el correspondiente al tractor, ya que el resto de elementos no son asegurados generalmente.

Los costes fijos de la plantación solamente se han tenido en cuenta en el caso de los frutales y se les ha asignado una vida útil de 20 años, como valor más frecuente observado en las explotaciones estudiadas. Se acepta que la mano de obra se retribuye en 6 €/h, tanto si es trabajo manual o mecanizado, de acuerdo a los salarios medios que se manejan en la zona de estudio. En otras labores como la poda o el aclareo en frutales se ha aplicado un salario de 9 €/h. El coste de reparaciones y mantenimiento de la maquinaria (R&M) se ha calculado utilizando el método propuesto por ASAE (1994, 1998).

Para determinar el agua aplicada por hectárea y riego, dado que los agricultores conocen el número de riegos que aplican pero no el volumen de agua utilizado, se han consultado los trabajos de Canela (1989), Marc (1992), Cots (1993), Tilló (1995) y Costa (2000) para la zona de estudio. De la serie de valores obtenidos, se establecieron los valores medio, máximo y mínimo, a partir de los cuales se calcularon los distintos ratios de eficiencia (productiva y económica).

Resultados

A continuación se indican los resultados obtenidos para los cultivos estudiados. En la tabla 2 se muestran los costes variables y su distribución porcentual para los cultivos de maíz, trigo y alfalfa. Como puede observarse, el coste de las semillas y de los fertilizantes fueron los más elevados en el cultivo de maíz, mientras que en el trigo y la alfalfa el mayor porcentaje de costes variables correspondió a los fertilizantes y las labores contratadas.

Los costes variables en frutales (tabla 3) se situaron en torno a los 3.400 €/ha en las diferentes especies y variedades estudiadas. Parece observarse una distribución similar

Tabla 2. Costes variables en cultivos extensivos (€/ha y %)
Table 2. Variable costs in alfalfa and annual crops (€/ha and %)

Cultivo	Costes variables							Total CV
	M.O. propia	M.O. riego	Labores contratadas	Abonos	Fito-sanitarios	Semillas	Combustible +R&M	
Maíz €/ha	45	102	108	178	62	208	59	762
%	5,90	13,40	14,15	23,43	8,14	27,27	7,71	100,00
Trigo €/ha	30	47	101	127	19	80	34	438
%	6,81	10,70	23,00	29,04	4,38	18,22	7,86	100,00
Alfalfa €/ha	63	119	148	137	20	40	85	612
%	10,32	19,40	24,16	22,34	3,27	6,61	13,89	100,00

de los diferentes componentes de éstos costes en los distintos cultivos, en que la mano de obra dedicada a la recolección y a la poda, junto con el coste de los productos fitosanitarios suponían más del 60% de los costes variables totales.

En cuanto a los costes fijos (tabla 4) en maíz, trigo y alfalfa, se obtuvo un valor similar, entre 250 y 270 €/ha. El componente del coste fijo más elevado correspondía a los impuestos del agua, con más del 40% del total. Los costes fijos de la maquinaria repre-

sentaron también un porcentaje importante, especialmente en el cultivo de la alfalfa, con un 28,4% del total.

Los costes fijos correspondientes a los frutales estudiados (tabla 5) arrojaron en todos los casos resultados similares, entre los 1.550 y los 1.700 €/ha. La distribución de estos costes no difiere demasiado entre las diferentes especies y variedades estudiadas, correspondiendo los más importantes al seguro del cultivo, que junto con los costes fijos de la maquinaria representaron cerca del 70% del total.

Tabla 3. Costes variables en frutales (€/ha y %)
Table 3. Variable costs in fruit trees (€/ha and %)

Cultivo	Costes variables								Total CV
	M.O. poda	M.O. recolección	M.O. riego	M.O. otros	Herbicidas	Abonos	Fito-sanitarios	Combustible +R&M	
Manzana €/ha	707	758	119	332	50	162	687	524	3 340
Golden %	21,18	22,70	3,55	9,95	1,50	4,86	20,57	15,68	100,00
Pera €/ha	728	943	104	243	38	197	690	524	3 466
Conference %	21,00	27,20	2,99	7,01	1,10	5,67	19,90	15,12	100,00
Pera €/ha	838	680	104	203	46	141	766	643	3 421
Blanquilla %	24,49	19,87	3,03	5,94	1,34	4,13	22,40	18,80	100,00

Tabla 4. Costes fijos en cultivos extensivos (€/ha y %)
Table 4. Fixed costs in alfalfa and annual crops (€/ha and %)

Cultivo	Costes fijos						Total CF
	Maquinaria	Agua	Contribución rústica	Seguros	Seg. Social	Otros	
Maíz €/ha	46	122	24	23	46	8	268
%	17,25	45,40	8,76	8,57	17,18	2,82	100,00
Trigo €/ha	40	122	22	11	47	9	252
%	15,98	48,42	8,79	4,54	18,70	3,57	100,00
Alfalfa €/ha	75	110	23	0	50	5	263
%	28,41	41,92	8,58	0,00	19,01	2,08	100,00

Tabla 5. Costes fijos en frutales (€/ha y %)
Table 5. Fixed costs in fruit trees (€/ha and %)

Cultivo		Maquinaria	Plantación	Agua	Costes fijos				Total CF
					Contribución rústica	Seguros	Seg Social	Otros	
Manzana Golden	€/ha	540	288	100	30	639	83	26	1 705
	%	31,68	16,89	5,84	1,74	37,45	4,89	1,52	100,00
Pera Conference	€/ha	424	288	120	33	588	110	23	1 586
	%	26,73	18,16	7,54	2,11	37,09	6,92	1,46	100,00
Pera Blanquilla	€/ha	577	288	123	26	619	57	2	1 691
	%	34,11	17,03	7,24	1,56	36,60	3,34	0,13	100,00

La información anterior nos permite determinar los costes totales, y junto con los ingresos, los márgenes brutos y beneficios para los cultivos estudiados (tabla 6). Los frutales presentan unos valores mayores de estos parámetros, especialmente la pera Conference, para la cual se han obtenido unos ingresos medios cercanos a los 12.000 €/ha, un margen bruto de 8.116 €/ha y un beneficio de 6.530 €/ha. El beneficio representa el 49% de los ingresos del maíz, el 32% del trigo, el 45% de la alfalfa, el 30% de la manzana Golden, el 56% de la pera Conference y el 48% de la pera Blanquilla.

Como se ha indicado anteriormente en la metodología, por si los años considerados en las entrevistas no fuesen suficientemente representativos de un año "normal", se solicitó a los agricultores una estimación del rendimiento medio de los cultivos, y se consideró una fluctuación en los precios de venta del producto según datos publicados por el DARP para los 4-5 años previos a los estudiados. De esta forma se obtuvieron los intervalos de valores indicados en la tabla 7 para los ingresos, márgenes brutos y beneficios.

Tabla 6. Ingresos, costes totales, márgenes brutos y beneficios de los diferentes cultivos
Table 6. Income, Total cost, Gross margin and Profit for the studied crops

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos (€/ha)	Costes totales (€/ha)	Margen bruto (€/ha)	Beneficio (€/ha)
Maíz	11.598	2.014	1.030	1.252	984
Trigo	5.721	1.015	690	578	325
Alfalfa	14.459	1.584	876	971	708
Manzana Golden	42.006	7.982	5.546	4.141	2.436
Pera Conference	26.925	11.706	5.176	8.116	6.530
Pera Blanquilla	23.786	9.759	5.113	6.338	4.646

Tabla 7. Ingresos, márgenes brutos y beneficios de los diferentes cultivos¹. Valores mínimo, medio y máximo (€/ha)

Table 7. Income, Gross margin and profit of the studied crops¹. Lowest, mean and highest values (€/ha)

Cultivo	Ingresos (€/ha)			Margen bruto (€/ha)			Beneficio (€/ha)		
	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
Maíz	2.042	2.115	2.316	1.280	1.353	1.554	1.012	1.085	1.286
Trigo	1.035	1.080	1.136	597	642	698	344	389	445
Alfalfa	1.358	1.407	1.465	745	794	852	482	531	589
Manzana Golden	8.640	12.906	16.491	4.799	9.065	12.650	3.093	7.360	10.945
Pera Conference	11.312	12.818	14.441	7.723	9.228	10.851	6.137	7.642	9.265
Pera Blanquilla	7.795	10.900	14.482	4.374	7.478	11.060	2.683	5.787	9.369

(1) Valores calculados a partir de rendimientos medios estimados de los cultivos y precios de venta máximos, medios y mínimos de los valores anuales del periodo 2000-2004 para los cultivos extensivos y del periodo 2000-2003 para los frutales.

Los frutales presentaron una mayor oscilación en los valores, mostrándose por tanto más influidos por la variación de precios que los cultivos extensivos. La manzana Golden y la pera Blanquilla llegaron incluso a presentar una variación cercana al 100% para los ingresos, y más del doble en el caso del margen bruto y el beneficio. La pera Conference parecía comportarse de forma más estable que los otros frutales estudiados.

Para poder determinar los ratios de eficiencia productiva y económica, se disponía de los

volúmenes de agua aplicada por hectárea y riego, obtenidos de los trabajos anteriormente citados, así como del número de riegos aplicado (tabla 8).

Se observa que el volumen de agua aplicado por hectárea y riego en los cultivos de frutales y maíz se sitúa alrededor de 1.000 a 1.100 m³/ha y riego como valor medio, mientras que en los cultivos de alfalfa y trigo se aplican usualmente dotaciones mayores, entre 1.400 y 1.800 m³/ha y riego, respectivamente. Estas diferencias entre cultivos se explican por la

Tabla 8. Volumen de agua aplicada para los cultivos estudiados¹
Table 8. Applied water volume for the studied crops¹

Cultivo	nº riegos	Agua aplicada (m ³ /ha y riego)			Dotación aplicada (m ³ /ha)		
		mínima	media	máxima	mínima	media	máxima
Maíz	7	900	1.100	1.500	6.300	7.700	10.500
Trigo	3,5	1.500	1.800	2.300	5.250	6.300	8.050
Alfalfa	8,4	1.000	1.400	1.900	8.400	11.760	15.960
Manzana Golden	8	800	1.000	1.200	6.400	8.000	9.600
Pera Conference	7	700	1.100	1.700	4.900	7.700	11.900
Pera Blanquilla	7,5	700	1.100	1.700	5.250	8.250	12.750

(1) Elaboración propia a partir de Canela (1989), Marc (1992), Cots (1993), Tilló (1995) y Costa (2000).

mayor densidad de vegetación de la alfalfa y el trigo frente al maíz, que se siembra en hileras, y frente a los frutales, por plantarse en hileras y por la compactación que sufre el suelo por el paso sucesivo de maquinaria, disminuyendo su capacidad de infiltración y favoreciendo el avance del agua.

La variabilidad que se observa en los volúmenes aplicados de agua para un mismo cultivo se debe a evaluaciones realizadas en diferentes tipos de suelo, a diferencias en las condiciones de nivelación, al manejo del riego por los regantes, al contenido de humedad del suelo previo al riego, a si se trata del primer riego o no (ya que éste necesita volúmenes de agua mayores), al estado de desarrollo del cultivo, a las prácticas culturales (alfalfa o hierba entre calles de frutales recién cortada o no), etc.

A partir de los volúmenes de agua aplicados se han calculado los ratios de eficiencia productiva y económica para cada cultivo (tabla 9).

El ratio rendimiento / agua aplicada alcanzó su valor mayor en los frutales, especialmente en la manzana Golden, con un valor medio superior a 5 kg/m³, mostrando valores inferiores en los cultivos extensivos, con casi la uni-

dad de media en trigo y algo más en alfalfa y maíz. Los mayores valores del ratio rendimiento / agua aplicada en los frutales no son debidos a una mayor eficiencia de dichos cultivos en el uso del agua de riego, sino al hecho de que la parte recolectada en los frutales tiene un contenido en agua cercano al 90% mientras que en el caso de los cultivos extensivos está entre el 12% (alfalfa) y el 14% (trigo y maíz). En cuanto a los ratios margen bruto / agua aplicada y beneficio / agua aplicada, se obtuvieron también valores superiores para los frutales, especialmente en pera Conference.

La manzana Golden es una variedad de elevado rendimiento y costes similares a las variedades de pera, pero dado que su precio de venta es bajo, disminuyen el margen bruto y el beneficio. Además, el consumo de agua es superior al de las variedades de pera, puesto que al ser la recolección más tardía, se aplica un riego más. Lo expuesto hace que la eficiencia económica de la manzana Golden sea inferior a la del peral.

A continuación, la tabla 10 muestra la estabilidad de los ratios estudiados cuando las condiciones son razonablemente extremas, en

Tabla 9. Ratios obtenidos considerando los valores mínimo, medio y máximo de agua aplicada por cada riego

Table 9. Calculated ratios according to the lowest, mean and highest values of applied water for each irrigation

Cultivo	Rendimiento/agua aplicada (kg/m ³)			Margen bruto/agua aplicada (€/m ³)			Beneficio/agua aplicada (€/m ³)		
	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
Maíz	1,84	1,51	1,10	0,20	0,16	0,12	0,16	0,13	0,09
Trigo	1,09	0,91	0,71	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
Alfalfa	1,73	1,24	0,91	0,12	0,08	0,06	0,08	0,06	0,04
Manzana Golden	6,56	5,25	4,38	0,65	0,52	0,43	0,38	0,30	0,25
Pera Conference	5,49	3,48	2,26	1,66	1,05	0,68	1,33	0,85	0,55
Pera Blanquilla	4,53	2,88	1,86	1,21	0,77	0,50	0,88	0,56	0,36

que los precios alcanzan su valor mínimo o máximo y también lo hace la cantidad de agua aplicada. De esta forma, se consiguen las condiciones más desfavorables, combinando precio mínimo y aplicación máxima de agua, y las condiciones más favorables combinando precio máximo y aplicación mínima de agua.

Se aprecia una mayor oscilación de los ratios en frutales que en extensivos, debido a la mayor variabilidad en el precio de venta.

Como consecuencia, parece que debería recomendarse a los frutales como cultivos más eficientes desde el punto de vista de la utilización del agua de riego, pero seguramente no sería una buena estrategia debido a otros factores que deben tenerse también en cuenta, como por ejemplo el mercado y los efectos que sobre él pueda tener la globalización, la disponibilidad de mano de obra, el manejo,

la política agraria comunitaria, etc. Debería procurarse racionalizar la utilización del agua como bien escaso que constituye, convirtiéndose en más eficiente su manejo, dadas las condiciones actuales del sistema de riego.

Por último, se ha procedido a comparar (tabla 11) los datos obtenidos para los ratios con los obtenidos en otras zonas de España. Concretamente, se han consultado varias referencias de Navarro et al. (2005a y b) y Navarro et al. (2006) para Badajoz (zona regable de Montijo) y León (margen izquierda del Porma).

Se obtienen valores ligeramente superiores en Lleida que en el resto de estudios para el maíz, y en el caso de la alfalfa, valores superiores a Badajoz e inferiores a León. El agua aplicada (m³/ha y año) en estos casos fue de 9.735 en maíz y 16.873 en alfalfa (Badajoz), y 9.367 en maíz y 8.569 en alfalfa (León).

Tabla 10. Rango de variación de los ratios¹
Table 10. Ratio variation range¹

Cultivo	Margen bruto/agua aplicada(€/m ³)	Beneficio/agua aplicada (€/m ³)
Maíz	[0,12-0,24]	[0,09-0,19]
Trigo	[0,07-0,12]	[0,04-0,07]
Alfalfa	[0,05-0,11]	[0,04-0,08]
Manzana Golden	[0,51-2,02]	[0,34-1,75]
Pera Conference	[0,70-2,37]	[0,56-2,04]
Pera Blanquilla	[0,33-2,03]	[0,19-1,71]

(1) Intervalo valores mínimos de precios y máximos de agua aplicada, valores máximos de precios y mínimos de agua aplicada.

Tabla 11. Comparación de los ratios con otras zonas de España¹
Table 11. Ratio comparison with other Spanish areas¹

Cultivo	Lleida		Badajoz		León	
	MB/aa	B/aa	MB/aa	B/aa	MB/aa	B/aa
Maíz	0,16	0,13	0,06	0,03	0,10	0,03
Alfalfa	0,08	0,06	0,04	0,03	0,14	0,07

Fuente: Elaboración propia a partir de Navarro et al. (2005, 2006).

(1) MB/aa: ratio Margen bruto / agua aplicada (€/m³); B/aa: ratio Beneficio / agua aplicada (€/m³).

Conclusiones

Los ratios de eficiencia productiva y económica presentan mayores valores en frutales, destacando la manzana Golden en el ratio de rendimiento respecto al agua aplicada y la pera Conference en los ratios de margen bruto y beneficio respecto al agua aplicada.

Las fluctuaciones en los precios de venta de los productos, combinadas con volúmenes de agua aplicada extremos, afectan en mayor grado a los resultados obtenidos en frutales, con índices de eficiencia económica entre 0,33 y 2,37 €/m³ para el margen bruto, y entre 0,19 y 2,04 €/m³ para el beneficio. En cultivos extensivos, dichos índices oscilan entre 0,05 y 0,24 €/m³ en el margen bruto y entre 0,04 y 0,19 €/m³ en el beneficio.

Los valores obtenidos de eficiencia productiva y económica del uso del agua de riego en la zona de estudio y para la muestra utilizada, aportan información hasta ahora no disponible respecto a los cultivos que se producen actualmente y el agua utilizada para ello.

Los valores más favorables obtenidos en frutales respecto a los obtenidos en cultivos extensivos, parecen indicar la conveniencia de implantar dichos cultivos de forma mayoritaria en la zona. Pero dicha recomendación probablemente no constituiría una buena estrategia a no ser que la influencia sobre el cultivo fuese mayor que la actual, es decir, que no estuviese tan expuesto a las inclemencias del tiempo y otros riesgos. Se deberían tener en cuenta además otros aspectos como la comercialización, el menor precio debido a la mayor producción, el tamaño de las parcelas, la falta de mano de obra para la recolección y más especializada para la poda, etc.

Otro aspecto importante sería el ahorro de agua que se produciría a través de la modernización del regadío, implicando una mejora de los ratios estudiados y permitiendo quizás una visión de conjunto de la zona,

de cara a un posible mercado de agua, y cesión de la misma para otros usos no agrícolas o bien a otras zonas. Todo ello bajo la premisa de la sostenibilidad de los sistemas agrarios y suponiendo que tras la modernización no se produjese una intensificación de cultivos que llevase a no disponer de agua para ser cedida.

En este supuesto, el ratio del beneficio respecto al volumen de agua aplicada puede servir de base en caso de reasignación de recursos entre usos y usuarios. Por ejemplo, en la sequía del año hidrológico 2004/2005, en la cuenca del Júcar se preveía la compra de recursos entre 0,13 y 0,19 €/m³ para reducir en un 40% las extracciones del acuífero de La Mancha oriental. Otro ejemplo lo constituirían los contratos de cesión de derechos, como el firmado en el 2006 entre comunidades de regantes de la cuenca del Tajo según el cual cedían 30,9 hm³ a las comunidades de regantes del Segura al precio de 0,18 €/m³ (Berbel, 2007). La fijación de dichos precios está en función de la rentabilidad que los usuarios obtienen del agua y del precio al que están dispuestos a cederla.

A raíz de lo anterior, ante un hipotético mercado de aguas, indicar que en el cálculo del ratio de beneficio respecto al volumen de agua aplicada, además de tener en cuenta la afectación directa al agricultor, cabría considerar la afectación a los sectores relacionados con la cesión del agua, como los servicios (venta de fertilizantes, semillas, fitosanitarios, etc.), la mano de obra o las industrias ligadas a estos productos.

Agradecimientos

Se agradece la ayuda recibida de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología para el proyecto de investigación y desarrollo tecnológico con-

cedido durante el período 2002 a 2005 (REN2002-03990/HID).

Igualmente deseamos agradecer la colaboración y ayuda prestada por la Comunidad general de Regantes de los Canales de Urgell, y especialmente por los agricultores de la zona que han colaborado en las encuestas.

Por último, agradecer los comentarios y sugerencias de los revisores anónimos, que sin duda han permitido mejorar el presente documento.

Bibliografía

- Alonso S, Serrano A, 1991. Los costes en los procesos de producción agraria. Ediciones Mundiprensa, Madrid.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers) (1994). Standard: Agricultural Machinery Management. ASAE EP496. St. Joseph, MI [USA]: ASAE.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers) (1998). Standard: Agricultural Machinery Management Data. ASAE D497. St. Joseph, MI [USA]: ASAE.
- Batchelor C, 1999. Improving water use efficiency as part of integrated catchment management. *Agricultural Water Management* 40 (2): 249-263.
- Berbel J, 2007. Análisis económico del uso del agua en la agricultura y la ganadería. Jornadas sobre El uso del agua en la Economía Española. Situación y perspectivas. Sevilla, 23 de marzo.
- Burt CM, Clemmens AJ, Strelkoff TS, Solomon KH, Bliesner RD, Hardy LA, Howell TA, Eisenhauer DE, 1997. Irrigation performance measures: Efficiency and uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 123 (6): 423-442.
- Cai X, Ringler C, Rosegrant MW, 2001. Does efficient water management matter? Physical and economic efficiency of water use in the river

basin. Environment and Production Technology Division (EPTD) discussion paper no. 72, International Food Policy Research Institute, Washington. URI: <http://ageconsearch.umn.edu/handle/123456789/19992>

Cai X, Rosegrant MW, Ringler C, 2003. Physical and economic efficiency of water use in the river basin: Implications for efficient water management. *Water Resources Research* 39 (1): 1013-1029.

Canela LI, 1989. Evaluación del Riego por Tablares en la Colectividad de Liñola (nº20). Trabajo final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Lleida.

Costa I, 2000. Projecte de millora del reg de 14 ha de la finca Segarra situada en el TM d'Ivars d'Urgell. Projecte final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. [Grup d'Enginyeria Hidràulica i Hidrològica del Departament d'Enginyeria Agroforestal]

Cots LI, 1993. Avaluació de l'ús de l'aigua de reg a la zona de les Planes (430 ha) del T.M d'Arbeca (Colectivitat nº13 del canal d'Urgell). Proyecto final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Lleida.

DARP (Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, actualmente DAR: Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural) (2007, gener). Dades i estadístiques: preus percebuts pel pagès (base 2000) [en línia]. [Consultado: enero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.gencat.net/darp/>

Dinar A, 1993. Economic factors and opportunities as determinants of water use efficiency in agriculture. *Irrigation Science* 14 (2): 47-52.

Esteban M, 2007. Rendibilitat econòmica dels conreus de l'àrea regable dels Canals d'Urgell (Lleida). Proyecto final de carrera. M. M. Clop (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. [Dpto. Administración de Empresas y Gestión Económica de los Recursos Naturales].

- Hatfield JL, Sauer TJ, Prueger JH, 2001. Managing Soils to Achieve Greater Water Use Efficiency: A Review. *Agronomy Journal* 93: 271-280.
- Howell TA, 2001. Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture. *Agronomy Journal* 93: 281-289.
- Jiménez-Bolívar JF, Gómez-Limón JA, Berbel Vecino J, 1999. Análisis crítico de los precios del agua como instrumento de gestión de los regadíos españoles. En Arrojo Agudo, P. y Martínez Gil, F.J. (coords.). *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. I Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas*, Zaragoza.
- Marc J, 1992. *Avaluació del Reg Superficial en la Sèquia "Manxa" (Arbeca) del Canal d'Urgell. Treball final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida.*
- Massarutto A, 2003. Water pricing and irrigation water demand: Economic efficiency versus environmental sustainability. *European Environment* 13 (2): 100-119.
- Navarro C. de Sobregrau M, Frontela Delgado S, González González FJ, Marín Lázaro R, Casanova Mangana E, 2005a. Evaluación de la zona regable de Montijo (Badajoz). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Navarro C. de Sobregrau M, Frontela Delgado S, González González FJ, Marín Lázaro R, Casanova Mangana E, 2005b. Evaluación de la zona regable de Burriana (Castellón). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Navarro C. de Sobregrau M, Marín Lázaro R, Castillo García FJ, González González FJ, 2006. Comparación de datos e indicadores económicos de maíz y alfalfa en la zona regable de Montijo (Badajoz) y de la margen izquierda del Porma (León). XXIV Congreso Nacional de Riegos (ISBN: 84-6899231-3).
- Sabaté P, Sans M, 2003a. Anàlisi de costos d'implantació de pomeres en una explotació fruitera a la comarca del Pla d'Urgell. Departament d'Administració d'Empreses i Gestió Econòmica dels Recursos Naturals (UdL).
- Sabaté P, Sans M, 2003b. Anàlisi de costos d'una explotació de pomeres a la comarca del Pla d'Urgell. Departament d'Administració d'Empreses i Gestió Econòmica dels Recursos Naturals (UdL).
- Tilló J, 1995. *Avaluació del Reg a Pulsos en Taules a la Zona del Canal d'Urgell, i estudi d'una Sonda TDR per a mesurar el contingut d'aigua al sòl. Proyecto final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària.*
- Wallace JS, Batchelor CH, 1997. Managing water resources for crop production. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 352, 937-947.
- Wichelns D, 1999. Economic efficiency and irrigation water policy with an example from Egypt. *International Journal of Water Resources Development* 15 (4): 543-560.

(Aceptado para publicación el 11 de junio de 2008)