

El uso agrario del agua en las comarcas de Levante y Sureste y el trasvase del Ebro (*)

JOSÉ ALBIAC MURILLO (**)

JAVIER TAPIA BARCONES (**)

ELENA CALVO CALZADA (***)

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se examina la demanda de recursos hídricos de las comarcas agrarias del Levante y Sureste mediterráneo, con el fin de determinar los efectos de las medidas que se han planteado para solucionar los problemas de escasez de agua en estas comarcas. El Plan Hidrológico Nacional propone transferir 1.050 hm³ desde el Valle del Ebro al arco mediterráneo, de los que 560 hm³ se destinan a uso agrario y el resto a usos urbanos e industriales. Otras medidas propuestas para solucionar la escasez son la gestión de la demanda de agua y el recurso a la desalación en las comarcas costeras. En el estudio se analizan 35 de las 48 comarcas de la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia, y la provincia de Almería, en las que es importante el regadío. La metodología utilizada en el análisis es la programación lineal con desagregación comarcal, y las principales variables que se estudian son las superficies de cultivo, producciones, valor de la producción, margen neto, demanda de agua, y utilización de la mano de obra.

El estudio examina dos alternativas de gestión de la demanda de agua planteando un primer escenario en el que se mantienen los bajos precios actuales del agua, lo que iría unido al agotamiento de

(*) Este trabajo ha sido financiado en parte por el proyecto INIA SC97-025-C2-2 y por el Convenio 21.803-408/8511 del Ministerio de Medio Ambiente.

(**) Unidad de Economía Agraria, SIA-DGA (Zaragoza).

(***) Dpto. de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza (Zaragoza).

los acuíferos o a la prohibición de la sobreexplotación de los acuíferos; y un segundo escenario de reducción del exceso de demanda de agua sobre la oferta, como consecuencia de aumentar progresivamente los precios del agua. El análisis comarcal muestra los efectos sobre el sector agrario de ambos escenarios, y se estructura de la siguiente forma: en primer lugar se describe la zona de estudio y se detalla la metodología y la información técnica y económica utilizada, para a continuación exponer los resultados de la simulación de los escenarios de mantenimiento de los bajos precios actuales del agua y de precios del agua más elevados. Estos resultados de simulación permiten examinar la racionalidad económica del trasvase del Ebro. La sección final presenta el resumen y las conclusiones del trabajo.

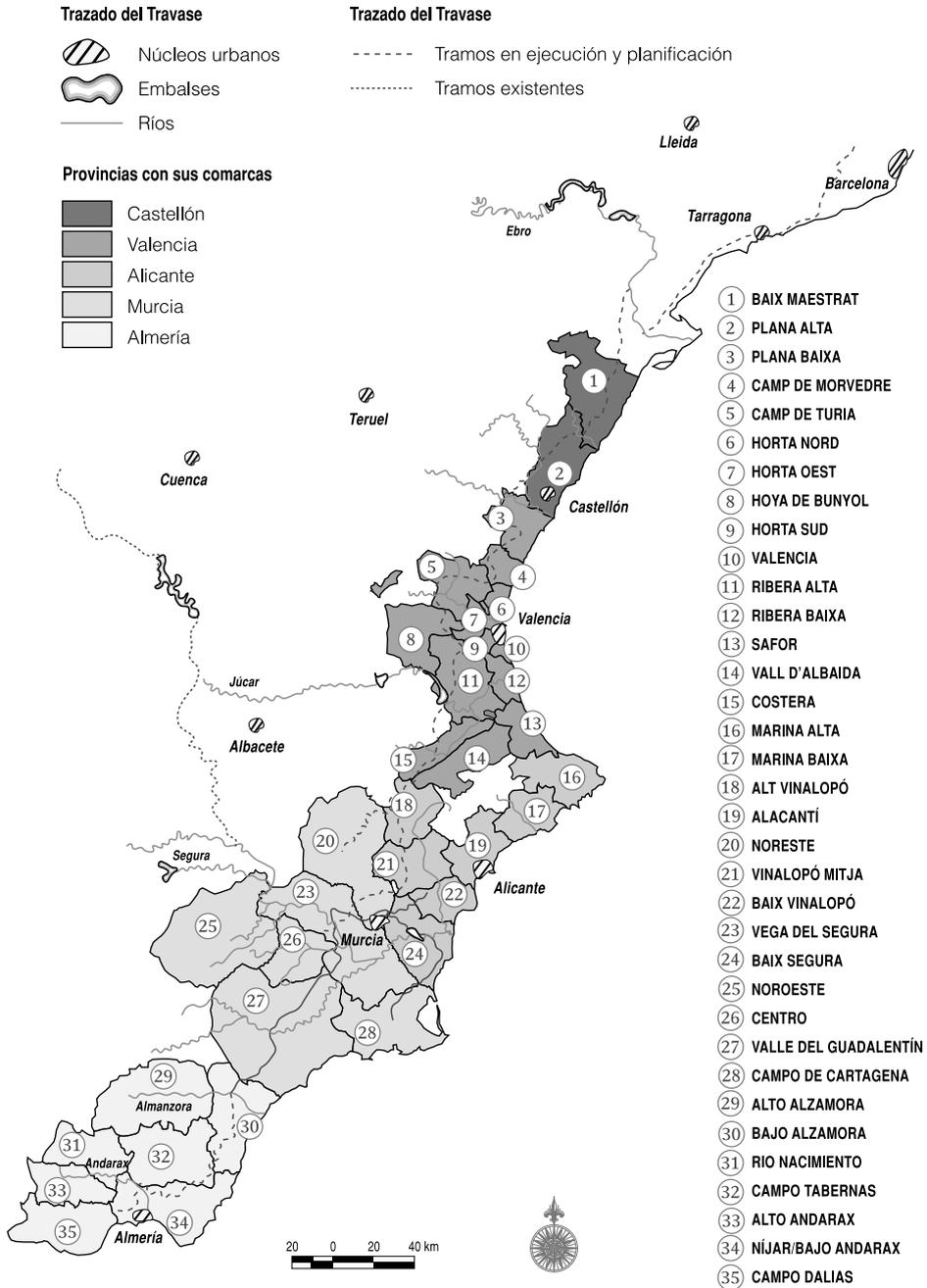
1.1. La Zona de Estudio

El área de estudio abarca las comarcas de las zonas receptoras del trasvase del Ebro. En la provincia de Castellón las comarcas de Baix Maestrat, Plana Alta y Plana Baixa; en la provincia de Valencia las comarcas de Camp de Túria, Camp de Morvedre, Horta Nord, Horta Oest, Valencia, Horta Sud, Hoya de Bunyol, Ribera Alta, Ribera Baixa, Costera, Vall d'Albaida y Safor; en la provincia de Alicante las comarcas de Alt Vinalopó, Vinalopó Mitja, Marina Alta, Marina Baixa, Alacantí, Baix Vinalopó y Baix Segura; en la provincia de Murcia las comarcas de Noreste-Altiplano, Noroeste, Centro-Río Mula, Vega del Segura, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena; y en la provincia de Almería las comarcas de Alto Almanzora, Bajo Almanzora, Río Nacimiento, Campo Tabernas, Alto Andarax, Campo Dalías, y Campo Nijar-Bajo Andarax. El Plan Hidrológico Nacional (MIMAM 2000) propone que estas comarcas reciban los siguientes volúmenes de trasvase para fines agrícolas y medioambientales: 141 hm³ las comarcas de la Comunidad Valenciana de la Confederación del Júcar, 362 hm³ las comarcas de Murcia y el Baix Segura de Alicante de la Confederación del Segura, y 58 hm³ las comarcas de la provincia de Almería de la Confederación del Sur (figura 1).

En la *Comunidad Valenciana* el regadío supone el 45 por ciento de las tierras de cultivo, generando el 70 por ciento de la producción final agraria y el 90 por ciento de las exportaciones agrarias. El regadío es importante en la agricultura valenciana, ya que cubre 351.000 ha localizadas en la franja litoral y los valles de los ríos, y su distribución es 69.000 ha de cultivos herbáceos y 250.000 ha de leñosos. Los cítricos ocupan 185.000 ha y generan el 30 por ciento de la producción

Mapa 1

Comarcas de la zona de estudio y trazado del trasvase



final agraria. Las principales producciones del regadío en cada provincia por superficie son: naranjo, mandarina, arroz y melocotonero en Valencia; naranjo, limonero, almendro y viñedo uva de mesa en Alicante; y mandarina y naranjo en Castellón. Los cítricos y las producciones hortícolas generan una fuerte actividad exportadora apoyada por una potente industria agroalimentaria. Como señalan Gil y García (1998), la agricultura valenciana está muy integrada en el mercado y recibe pocas subvenciones de la Política Agrícola Común. En la Comunidad Valenciana se distinguen tres tipos de agricultura: regadío en el litoral, secano en el interior y agricultura de montaña. Las zonas del litoral y los valles tienen clima suave con elevada insolación y suelos muy productivos, pero la irregularidad de las precipitaciones y la escasez de recursos hídricos dificultan las actividades de cultivo. Otras limitaciones son el minifundismo y la excesiva parcelación de las explotaciones, ligadas a la agricultura a tiempo parcial que impide la mejora de las estructuras del sector a través de la capitalización de las explotaciones y el avance tecnológico. Existen zonas con escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos, como Plana Alta y Baixa, Baix Palancia, Serpis, Marina Alta y Baixa, Vinalopó y Baix Segura. Los problemas de gestión de agua son severos por la baja eficiencia del uso del agua en el regadío tradicional y la degradación de la calidad del agua por contaminación de acuíferos. El sistema de riego más común es el riego por superficie, aunque los problemas de escasez de agua están fomentando la expansión del riego localizado, que supera las 50.000 ha en la Comunidad Valenciana.

En la *Comunidad de Murcia* la superficie en regadío es de 190.000 ha, el 31 por ciento de la superficie cultivada, de las que 51.000 ha se dedican a cultivos herbáceos y 91.000 a cultivos leñosos. Los principales cultivos en regadío por superficie ocupada son limonero, melocotonero, almendro, albaricoquero y lechuga al aire libre. Como señalan Colino y Noguera (1998), la agricultura tiene una gran importancia en la economía de Murcia, tanto en el valor de la producción como en el empleo y en la actividad exportadora. El cultivo de hortalizas se localiza en el litoral con sistemas de producción muy capitalizados y de tecnología avanzada, orientados a la exportación. Estos cultivos intensivos están ligados a la utilización de mano de obra inmigrante, y generan externalidades negativas como la contaminación y la sobreexplotación de acuíferos. La producción frutícola se lleva a cabo en los regadíos tradicionales, en los nuevos regadíos y en secano. En los regadíos tradicionales, las explotaciones son de reducida dimensión y bajo rendimiento, con un acceso al agua a precios bajos. En los nuevos regadíos las explotaciones tienen mayor

tamaño, capitalización y nivel tecnológico, y las producciones son los cítricos y frutales de hueso.

La cuenca del Segura tiene problemas muy importantes de escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos. El aumento al triple de la superficie de regadío en los últimos veinticinco años (1) ha presionado fuertemente sobre los recursos hídricos, generando una sobreexplotación muy grave e insostenible en los acuíferos del noreste, sur y sureste de la cuenca (2). Según el Plan Hidrológico Nacional, la diferencia entre aportación y demanda en la cuenca del Segura es de 640 hm³ y la sobreexplotación de acuíferos es superior a los 230 hm³.

La superficie de regadío en la *provincia de Almería* es de 61.000 ha, de las que los cultivos herbáceos ocupan 35.000 ha y los leñosos 19.000 ha. Los principales cultivos en regadío por superficie ocupada son los cultivos de invernadero de pimiento, tomate, melón y judía verde, y el cultivo del almendro. El sector agrario tiene una gran importancia en la provincia, tanto por el valor de la producción como por la población ocupada y las exportaciones. La producción en invernadero alcanza las 30.000 ha y ha experimentado una fuerte expansión en los últimos 20 años, en especial en Campo de Dalías, donde ocupa 25.000 ha, y en el Campo de Níjar y Bajo Andarax, donde ocupa 4.000 ha, con tecnologías de cultivo muy sofisticadas. La provincia de Almería es la más árida de la península y el agua disponible no cubre una demanda que es insostenible y está degradando el medio ambiente. Las aportaciones alcanzan los 316 hm³ con unos recursos disponibles de 207 hm³ para cubrir una demanda de 433 hm³, por lo que el déficit es de 226 hm³. No sólo hay un problema de cantidad de agua, sino también de calidad por la salinización por intrusión marina y por la contaminación de las actividades agrícolas y residuos urbanos. Las medidas que se han propuesto para solucionar la escasez son: transferencias de agua externas, desalación, aumento de los precios del agua, gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas, y reutilización.

Los Planes Hidrológicos de Cuenca definen la estructura de la demanda y las previsiones de necesidades de agua en las cuencas del

(1) El regadío en la cuenca del Segura ocupa unas 266.000 ha, y los análisis de teledetección de Quintanilla et al. (1997) señalan que el regadío ocupaba 164.000 ha en 1991 y 80.000 ha en 1975.

(2) Avellà (2002) señala la importancia del problema de «Tragedia de los Comunes» de los trasvases de agua al Segura, como en el caso Tajo-Segura. Al repartirse los recursos hídricos trasvasados según la superficie de regadío existente, los agricultores tienen un gran incentivo para expandir al máximo la superficie de regadío. En consecuencia, cuando finalmente llegan los recursos hídricos transferidos, la situación es peor que si no se hubieran aportado nuevos recursos hídricos.

Júcar, Segura y Sur, mientras que el Plan Hidrológico Nacional señala las asignaciones previstas de transferencias de agua desde el Valle del Ebro. El balance de oferta y demanda de agua es particularmente deficitario en la cuenca del Segura y en la provincia de Almería. En la cuenca del Segura hay un fuerte desequilibrio entre oferta y demanda, aún incluyendo las transferencias del trasvase Tajo-Segura, lo que explica la situación crítica de sobreexplotación de los acuíferos cuyo volumen supera los 230 hm³, y la asignación de 362 hm³ de transferencias del trasvase del Ebro para cubrir el cese de sobreexplotación de los acuíferos y la infradotación de regadíos. La zona occidental de la cuenca Sur tiene una situación de equilibrio entre oferta y demanda de agua, y los problemas de escasez más graves se dan en la provincia de Almería, donde la sobreexplotación de acuíferos alcanza los 71 hm³ y la asignación del trasvase del Ebro para cese de sobreexplotación e infradotación es de 58 hm³.

Existen diversos trabajos sobre las aguas subterráneas, entre los que destacan el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (MOPTMA 1995) y los estudios realizados en los Planes de Cuenca y en la documentación del Plan Hidrológico Nacional. La información relativa a la sobreexplotación de acuíferos en el Levante mediterráneo tiene algunas carencias, ya que, aunque se dispone de información sobre el censo de puntos de bombeo, no se conoce con precisión las cantidades extraídas al no existir mecanismos de medida y control de las extracciones. La información sobre acuíferos sobreexplotados es más precisa en la cuenca del Segura, pero más deficiente en las cuencas del Júcar y Sur. Las cifras de sobreexplotación de acuíferos del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas son distintas de las que aparecen en la documentación del Plan Hidrológico Nacional.

A partir de las distintas fuentes de información, se ha estimado la sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia y la provincia de Almería. En las comarcas de la Comunidad Valenciana de la Confederación del Júcar, la sobreexplotación se ha estimado en 157 hm³ y afecta en especial a las comarcas de Plana Alta y Baixa, Ribera Baixa, Safor, Marina Baixa, y Vinalopó-Alicante. En las comarcas de Murcia y Alicante de la Confederación del Segura la sobreexplotación se ha estimado en 226 hm³, y afecta en especial a las comarcas de Valle de Guadalentín, Noreste-Altiplano, Vega del Segura, Campo de Cartagena y Baix Segura. En las comarcas de Almería de la Confederación Sur la sobreexplotación se ha estimado en 71 hm³, y afecta a las comarcas de Campo Dalías, Campo Níjar y Bajo Andarax, y Bajo Almanzora.

2. EL MODELO PARA ANALIZAR EL REGADÍO

El análisis del sector agrario se lleva a cabo mediante un modelo de programación lineal. La principal ventaja de utilizar la programación lineal es que permite introducir gran cantidad de información técnica y económica al nivel de desagregación que se considere apropiado. Una vez construido el modelo, los impactos para los distintos escenarios pueden estimarse variando los parámetros del modelo de acuerdo con los distintos escenarios considerados. La precisión de los resultados depende de la exactitud de los coeficientes del modelo que definen las relaciones entre las variables (3).

El modelo que se utiliza es estático, ya que se toman como dados los sistemas de riego, las plantaciones de cultivos leñosos y las instalaciones de invernaderos, por lo tanto el análisis es válido únicamente a corto plazo. Otra limitación del modelo es que se maximiza el margen neto de las actividades de cultivo en regadío, y no se consideran aspectos como la incertidumbre de las producciones y precios. Ahora bien, esta simplicidad del modelo permiten realizar un análisis regional introduciendo un gran volumen de información detallada que abarca cerca de medio millón de hectáreas de regadío. Un aspecto de gran interés para la validez de los resultados es la cuestión de la agregación: el modelo planteado es un modelo regional por comarcas y el problema de la agregación se ha resuelto con el enfoque que se indica en el epígrafe siguiente.

En el problema de optimización que se plantea en las zonas de levante y el sureste receptoras de las transferencias de agua, la función objetivo maximiza el margen neto de las actividades de cultivo en regadío, y las restricciones representan la disponibilidad de recursos en cuanto a superficie de regadío por clase de cultivo, agua de riego por meses y mano de obra por meses. Las actividades de cultivo consideradas son las de mayor importancia en las zonas de estudio: frutales, hortalizas y otros cultivos herbáceos. Los datos de costes proceden de publicaciones oficiales y de estudios monográficos de costes, y se agrupan en costes directos, maquinaria, mano de obra, costes indirectos y amortizaciones. Otros coeficientes se han calculado a partir de fuentes estadísticas oficiales como los datos de superficies de cultivo municipales o los datos de rendimientos, o se han elaborado a partir de distintas fuentes como en el caso de la disponibilidad de agua por comarcas en donde se han utilizando datos clima-

(3) El modelo utilizado se describe en detalle en Albiac y Tapia (2001).

tológicos del Instituto Nacional de Meteorología y datos técnicos de centros de investigación agraria de las regiones de Valencia, Murcia y Andalucía.

En el trabajo se analizan los cultivos en regadío de las tres regiones de Levante consideradas: en la Comunidad Valenciana se estudian las 22 comarcas con mayor superficie de riego, en la Comunidad de Murcia se estudian todas las comarcas, y en la provincia de Almería todas las comarcas excepto los Vélez. En cada provincia se han seleccionado los cultivos más importantes, por lo que la superficie de regadío estudiada sobre el total es el 83 por ciento en la Comunidad Valenciana, el 79 por ciento en la Comunidad de Murcia, y el 78 por ciento en la provincia de Almería.

2.1. Descripción del Modelo

El modelo propuesto incorpora la función objetivo y la estructura de restricciones $A \cdot X \leq b$ para cada comarca de la zona de estudio, y se ha tomado cada comarca como unidad de decisión. El programa lineal de cada comarca es un modelo regional, y el problema de agregación se ha resuelto con el procedimiento que proponen McCarl (1982) y Önal y McCarl (1989, 1991) (4). Las variables de decisión definidas en el modelo X_i son las superficies de suelo asignadas a cada cultivo. Los cultivos considerados son: naranjo, mandarino, limonero, melocotonero, albaricoquero, almendro, viñedo para vino, viñedo para uva de mesa, olivar aceituna de aceite, lechuga, tomate, alcachofa, melón, pimiento, cebolla, sandía, judía verde, calabacín, pepino, brócoli, patata, trigo, cebada, maíz, arroz, alfalfa y girasol. En los cultivos de tomate, pimiento, melón, judía verde y sandía se distingue entre cultivo al aire libre y cultivo protegido. Los suelos se agrupan en suelos de cultivos hortícolas, de frutales y de cultivos herbáceos, de forma que se permite la sustitución entre cultivos hortícolas dentro de la superficie de hortícolas y la sustitución de cultivos herbáceos en la superficie de herbáceos, pero la superficie de frutales se mantiene para cada especie.

La función objetivo maximiza el margen neto, ya que se supone que la unidad decisora optimiza este criterio al asignar el uso del suelo entre las distintas actividades. La función objetivo a maximizar se define mediante la expresión $c' \cdot x$, donde c' representa el vector de coe-

(4) El procedimiento consiste en introducir restricciones, para que la solución de producción de cultivos de cada comarca sea una combinación convexa de las soluciones típicas de producción observadas.

ficientes de margen neto de las actividades de cultivo y x es el vector de superficie cultivada de las distintas actividades. Los coeficientes de margen neto de la función objetivo han sido calculados a partir de datos de costes para la zona elaborados por el MAPA y de estudios monográficos de costes de cultivos. Los márgenes netos varían para las distintas áreas, ya que los rendimientos de los cultivos son distintos y los costes se han ajustado en función de los rendimientos (5).

Las restricciones del modelo incorporan información sobre la disponibilidad de recursos suelo agua y mano de obra. Para establecer las *restricciones de suelo*, se dispone de información sobre la superficie ocupada por cada cultivo en los últimos años en cada término municipal según el sistema de riego. Las restricciones de ocupación de suelo determinan la superficie en regadío disponible de cultivos herbáceos, de hortalizas y de frutales. En la superficie de los cultivos se distingue entre la superficie con riego por inundación y riego localizado. Una restricción (inundación) define la ocupación de suelo para los distintos cultivos herbáceos, mientras que se definen dos restricciones (inundación y localizado) de ocupación para las hortalizas al aire libre y otra restricción (localizado) para las hortalizas en invernadero. Para los frutales se definen varias restricciones de ocupación: dos restricciones (inundación y localizado) para cada especie de frutales. Las superficies de los dos sistemas de riego (inundación y localizado) en cada comarca se ha tomado del Censo Agrario de 1990 por no estar disponible aún el Censo Agrario del 2000; los datos del Censo se han actualizado con información más reciente de las regiones de Valencia, Murcia y la provincia de Almería.

Estas restricciones de suelo se expresan como:

$$\sum X_{sj} \leq b_s \quad [1]$$

donde X_{sj} es la superficie asignada a la actividad de cultivo j en la ocupación del suelo s (herbáceos, hortalizas y frutales, en riego por inundación y localizado) y b_s representa la superficie disponible por tipo de ocupación de suelo en cada comarca.

Las *restricciones de agua* tienen una gran importancia dada la escasez del recurso en las zonas estudiadas, y la utilización del agua está ligada a la rentabilidad de los cultivos. En el modelo se han introducido doce restricciones de consumo de agua que corresponden a las nece-

(5) Siguiendo la metodología del MAPA (1999), el margen neto se obtiene de restar a los ingresos brutos los costes directos, los costes de maquinaria y mano de obra asalariada, los costes indirectos y las amortizaciones.

sidades mensuales de los cultivos en cada comarca y sistema de riego. Las disponibilidades de agua en cada comarca se calculan a partir de las necesidades hídricas brutas de los cultivos (o agua de riego en parcela), ya que no se dispone de información estadística sobre la disponibilidad mensual de agua de riego por comarcas.

El procedimiento para calcular las disponibilidades de agua en cada comarca consiste en determinar la necesidad hídrica bruta de cada cultivo para el año de referencia 1998, distinguiendo entre inundación y localizado. Multiplicando el consumo de agua por hectárea por la superficie que ocupa el cultivo en la comarca, se obtiene el consumo de agua del cultivo. Repitiendo el cálculo para cada uno de los cultivos y sumando los consumos de agua se obtiene el consumo mensual total de agua de riego o disponibilidad mensual de agua en la comarca, que en el modelo se denomina b_{am}

La necesidad hídrica bruta del cultivo es igual a la necesidad hídrica neta dividida por la eficiencia del sistema de riego (0,6 inundación y 0,9 localizado). La necesidad hídrica neta es igual a la evapotranspiración del cultivo menos la precipitación; y la evapotranspiración del cultivo se obtiene aplicando los coeficientes de cultivo K_c a la evapotranspiración de referencia. La evapotranspiración de referencia se calcula con los datos meteorológicos comarcales. El procedimiento seguido es el de Martínez Cob *et al.* (1998), y se describe en Albiac y Tapia (2001) (6). La determinación de los coeficientes de eficiencia de los sistemas de riego es una cuestión fundamentalmente empírica. Dada la carencia de información detallada sobre la eficiencia de los sistemas de riego en las comarcas estudiadas, se ha tomado la recomendación de valores medios 0,6 para inundación y 0,9 para localizado. Estos coeficientes se han seleccionado tras consultar la literatura existente tanto internacional (Keller 1991, Clemmens y Dedrick 1994) como nacional (Castel *et al.* 1987, Lecina *et al.* 2001, Pellicer y Rincón 1993, y Rincón 1996) y expertos en regadío de distintos centros de investigación.

Las restricciones de agua se formulan como sigue:

$$\sum A_{mj} \cdot X_j \leq b_{am}$$

o bien $[A] \cdot \bar{X} \leq \bar{b}_a$ [2]

(6) Se basa en el cálculo de la evapotranspiración de referencia con la ecuación de Hargreaves (Allen *et al.* 1998). El procedimiento que se aplica en este trabajo para el cálculo de las necesidades de agua de riego ha sido utilizado en distintos trabajos, entre los que destacan Casterad y Herrero (1998) y Meyer *et al.* (2001). En ambos trabajos se comprueba la validez del procedimiento aplicado comparando las necesidades brutas de riego con los volúmenes facturados a las comunidades de regantes, en 32.000 ha del regadío de Flumen en el trabajo de Casterad y Herrero, y en 169.000 ha del regadío del sistema Monegros-Cinca en el trabajo de Meyer *et al.*

donde A_{jm} representa la matriz de necesidades de agua de riego mensual del cultivo j , X_j es la superficie del cultivo j , y b_{am} es la cantidad de agua de riego disponible mensualmente por comarca.

Las *restricciones de mano de obra* reflejan en el modelo la necesidad de este recurso que varía en función de los cultivos. Las necesidades de mano de obra se han calculado partiendo de la información de costes, que recoge la mano de obra mensual necesaria para cada cultivo según el manejo predominante en la zona. La disponibilidad de mano de obra por comarcas para cada mes se obtiene a partir de la mano de obra necesaria para las actividades de producción examinadas. Las restricciones de mano de obra se introducen en el modelo mediante las siguientes inecuaciones:

$$\sum O_{mj} \cdot X_j \leq b_{om} \quad \text{o bien} \quad [O] \cdot \bar{X} \leq \bar{b}_o \quad [3]$$

donde O_{jm} representa la mano de obra mensual necesaria por unidad de actividad X_j y b_{om} es la cantidad de mano de obra por comarca disponible mensualmente.

Se ha construido un programa lineal para cada una de las treinta y cinco comarcas en que el regadío es importante, del total de cuarenta y ocho comarcas de las regiones de Valencia, Murcia y Almería. El programa lineal para cada comarca incluye, según la provincia, unas ochenta actividades de cultivo y unas sesenta restricciones de las que veintidós son de superficie, doce son de agua y otras doce de mano de obra. Como se ha señalado, la superficie de cada frutal se mantiene constante, es decir, no se puede sustituir por otra especie de frutal, aunque se distingue entre producción del frutal a pleno rendimiento (riego completo), con rendimiento reducido (riego deficitario), y sin rendimiento (riego de mantenimiento). En las hortalizas se distingue entre pleno rendimiento (riego completo) y rendimiento reducido (riego deficitario).

3. SIMULACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE DEMANDA

Para cuantificar los efectos de las alternativas de gestión de demanda de agua en la agricultura de las comarcas de Levante, se ha simulado con el modelo un primer escenario en que se mantienen los bajos precios actuales del agua, lo que provoca que la demanda de agua siga siendo mayor que la oferta, sin que haya

transferencias de agua de otras cuencas. Este escenario tendría como consecuencia la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos a causa del agotamiento o la prohibición de sobreexplotación. Por ello, la simulación ha consistido en la reducción de agua disponible en un volumen correspondiente a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas de estudio, y se ha analizado el impacto de esta reducción de agua sobre la producción agrícola, el ingreso, el margen neto, y la utilización de la mano de obra a nivel comarcal.

La sobreexplotación de los acuíferos se ha tomado de los documentos del Plan Hidrológico Nacional, de los Planes Hidrológicos de las Cuencas del Júcar, Segura, y Sur, del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, y de publicaciones del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Valencia. Se han identificado las zonas que corresponden a los acuíferos sobreexplotados, reduciendo la disponibilidad de agua en los volúmenes correspondientes a la sobreexplotación. Estos volúmenes alcanzan 157 hm³ en las comarcas de la Comunidad Valenciana de la Confederación del Júcar, 226 hm³ en las comarcas de Murcia y Alicante en la Confederación del Segura, y 71 hm³ en las comarcas de Almería en la Confederación del Sur (cuadro 1).

En un segundo escenario se ha planteado el progresivo incremento de los precios del agua, con lo que se reduce el exceso de demanda de agua sobre la oferta. Este escenario permite determinar el precio del agua que iguala la demanda global de agua en las cuencas de Levante (Júcar, Segura y Sur) con la oferta disponible. Una vez alcanzado el equilibrio global entre oferta y demanda a un precio del agua más elevado, se podría transferir agua desde las comarcas en que caiga la demanda de agua por tener cultivos menos rentables, hacia las comarcas especializadas en cultivos más rentables en que se mantenga la utilización de agua al subir el precio. En otros términos, se reasignarían los excesos de oferta creados por la subida de precios mediante transferencias de agua entre comarcas, haciendo innecesarias las transferencias externas a las cuencas de Levante.

El aumento de los precios del agua es una medida de gestión de demanda que supone pasar de un mercado del agua racionado, con una asignación basada en mecanismos administrativos que fomenta el despilfarro y la escasez artificial, a un mercado que responda a las señales del precio del agua de forma que el recurso hídrico se asigne en función de su rentabilidad en la producción de

Cuadro 1

SOBREEXPLOTACIÓN DE ACÚIFEROS EN LAS COMARCAS DE LEVANTE (IGUAL O SUPERIOR A 5 hm³)

Código de comarca	Nombre de la comarca	Sobreexplotación acuíferos (hm ³)	Demanda cultivos estudiados (hm ³)	Demanda todos cultivos (hm ³)	% sobreexplotación sobre demanda todos cultivos
3	Baix Maestrat - Castellón	6	40	56	11
5	Plana Alta - Castellón	10	73	85	12
6	Plana Baixa - Castellón	7	132	155	4
12	Camp de Morvedre - Valencia	14	63	69	20
21	Ribera Baixa - Valencia	10	195	205	5
24	Vall d'Albaida - Valencia	5	15	22	23
25	Safor - Valencia	15	122	131	11
28	Alt Vinalopó - Alicante	15	20	56	27
29	Vinalopó Mitja - Alicante	30	72	82	36
30	Marina Alta - Alicante	5	44	55	9
31	Marina Baixa - Alicante	9	21	33	27
32	Alacantí - Alicante	6	33	41	15
33	Baix Vinalopó - Alicante	20	79	106	19
	Confederación del Júcar	157	1.031	1.258	12
1	Noreste o Altiplano - Murcia	45	79	111	40
4	Vega del Segura - Murcia	41	284	341	12
5	Valle del Guadalentín - Murcia	80	148	169	47
6	Campo de Cartagena - Murcia	30	54	73	41
34	Baix Segura - Alicante	26	259	307	8
	Confederación del Segura	226	893	1.100	20
3	Bajo Almanzora - Almería	9	25	28	32
7	Campo Dalías - Almería	51	68	72	71
8	Campo Níjar y Bajo Andarax - Almería	11	32	39	28
	Confederación del Sur	71	125	139	51
	Suma comarcas con sobreexplotación en el Júcar, Segura y Sur	454	2.049	2.497	18

cultivos (7). Los excesos de demanda de agua actuales también pueden cubrirse con transferencias externas de agua de otras cuencas como plantea el Plan Hidrológico Nacional. Las transferencias de agua de la cuenca del Ebro suponen un precio mucho más elevado que el actual precio del agua, por lo que este análisis de demanda de agua también sirve para determinar cuáles son las comarcas especializadas en cultivos rentables y cuál es el volumen de agua de trasvase que las comarcas pueden absorber a precios elevados.

La simulación de este segundo escenario consiste en el progresivo aumento de los precios del agua hasta un incremento de 70 pta/m³ (0,42 €/m³), que es el coste que puede tener el agua del trasvase del Ebro para los agricultores y que incluye el gasto de distribución del agua desde la red primaria hasta las comunidades de regantes y las parcelas de los agricultores (8). Se trata de un incremento medio, ya que el coste puede ser menor en las comarcas de la Comunidad Valenciana y mayor en las de Almería y Murcia. En la simulación se examina el impacto del incremento de precios del agua sobre la producción, el ingreso, el margen neto, y el uso de los recursos agua y mano de obra a nivel comarcal.

La ventaja del análisis a nivel comarcal es que permite determinar la localización de la demanda efectiva de agua en las comarcas según la rentabilidad de los cultivos, identificando la caída de demanda de agua conforme suben los precios del agua y las posibles transferencias de agua entre comarcas. A precios de agua elevados, estas transferencias internas entre comarcas de las cuencas de Levante pueden solucionar el problema de escasez sin necesidad de recurrir al trasvase del Ebro. La otra opción es mantener la situación actual en que el recurso es *prácticamente gratuito* y hay un exceso de demanda sobre la oferta, con lo que el *mercado está*

(7) La Directiva del Agua de la UE preconiza la gestión de demanda con precios iguales al coste completo de suministro. Algunos autores señalan que un precio del agua de riego entre 15 y 20 pta/m³ (0,09-0,12 €/m³) serviría para mejorar la eficiencia y liberar un volumen suficiente de agua para cubrir todas las demandas de agua previsibles, y este rango de precios se acerca tanto a la propuesta de Aguilera Klink (1996) según los cálculos de coste de suministro de Naredo (1994), como a la propuesta de Vergés (1999) tomando como referencia el precio del agua del trasvase Tajo-Segura. La ventaja que tiene un precio del agua para riego entre 15 y 20 pta/m³ (0,09-0,12 €/m³) es su compatibilidad con la viabilidad de las explotaciones cerealistas, tal y como muestran los estudios de respuesta de cultivos ante aumentos en los precios del agua (Sumpsi et al. 1998, Berbel et al. 1999, Albiac et al. 1998).

(8) El PHN estima un precio del agua de trasvase en canal principal de 57 pta/m³ (0,34 €/m³), mientras que los cálculos de costes del agua del trasvase por comarca elaborados por Uche et al. (2002), muestran que el coste del agua del trasvase supera las 70 pta/m³ (0,42 €/m³) al sur de la comarca de Vall d'Albaida, y alcanzan las 124 pta/m³ (0,74 €/m³) en Campo Dalías.

racionado y la asignación se realiza con criterios administrativos. En el actual planteamiento del Plan Hidrológico Nacional, el exceso de demanda se pretende cubrir con agua del trasvase que será mucho más cara. En esta situación en que no hay una integración del mercado del agua, los precios del agua de riego pueden ser inferiores en orígenes distintos al agua de trasvase, por lo que el agua del trasvase sólo podría pagarse en comarcas con cultivos de elevada rentabilidad. Si el objetivo que se persigue es que el agua del trasvase pueda utilizarse en cualquier comarca con cultivos poco rentables, lo que es políticamente poco defendible y contrario al principio de sostenibilidad, sería necesario subvencionar el agua de riego cargando un precio superior a las 75 pta/m³ (0,45 €/m³) que cuesta el agua de trasvase, a otros grupos de usuarios no agrarios del trasvase. La subvención cubriría la diferencia entre las 75 pta/m³ (0,45 €/m³) del coste en parcela del agua del trasvase, y el precio del agua de riego que pagan actualmente los agricultores.

3.1. Resultados de la Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos

En el primer escenario de reducción del agua disponible por eliminación de la sobreexplotación de acuíferos, la reducción de disponibilidad de agua se ha distribuido en las comarcas según la localización de los acuíferos, de forma que si un acuífero está en una comarca, esta comarca experimenta la reducción de agua por eliminación de la sobreexplotación. El agua no puede transferirse entre comarcas al no existir mercados de agua u otros mecanismos de reasignación de agua en el interior de las cuencas.

La reducción de disponibilidad de agua en cada comarca corresponde a la localización de los acuíferos, según el volumen de sobreexplotación en hectómetros cúbicos. La lista de comarcas agrupadas por confederación hidrográfica y provincia se muestra en el cuadro 1. La sobreexplotación en las comarcas de **Castellón** es 6 hm³ en Baix Maestrat, 10 en Plana Alta y 7 en Plana Baixa; en **Valencia** 14 en Camp de Morvedre, 3 en Horta Nord, 2 en Horta Sud, 10 en Ribera Baixa, 5 en Vall d'Albaida y 15 en Safor; en **Alicante** 15 en Alt Vinalopó, 30 en Vinalopó Mitja, 5 en Marina Alta, 9 en Marina Baixa, 6 en Alacantí, 20 en Baix Vinalopó, y 26 en Baix Segura; en **Murcia** 45 en Noreste (Altiplano), 1 en Noroeste, 3 en Centro (Río Mula), 41 en Vega del Segura, 80 en Valle del Guadalentín y 30 en Campo de Cartagena; en **Almería** 9 en Bajo Almanzora, 51 en Campo Dalías y 11 en Campo Níjar-Bajo Andarax.

Cuadro 2

ESCENARIO DE ELIMINACIÓN DE SOBREEXPLOTACIÓN DE ACÚFEROS EN LAS COMARCAS DE LEVANTE, POR PROVINCIAS

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Eliminación sobreexplot.	Base	Eliminación sobreexplot.	Base	Eliminación sobreexplot.	Base	Eliminación sobreexplot.	Base	Eliminación sobreexplot.
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.208	38.571	136.779	131.682	81.577	68.038	118.729	85.045	44.291	26.776
Cereales (ha)	401	360	16.403	15.588	10.121	6.201	5.279	2.063	0	0
Leñosos (ha)	37.345	34.738	105.661	101.542	63.730	54.283	79.795	60.457	14.939	11.931
Hortalizas aire libre (ha)	2.879	2.879	14.384	14.234	6.487	6.352	29.329	19.578	4.890	3.633
Hortalizas invernadero (ha)	583	583	331	319	1.240	1.202	4.326	2.947	24.463	11.212
Valor de la producción (millones pta)	44.367	42.274	123.355	119.127	66.494	62.357	134.919	102.789	130.952	60.906
Margen neto (millones pta)	24.199	23.429	57.161	55.485	30.531	28.691	56.176	43.779	64.488	30.603
Uso de agua (hm ³)	245	226	1.058	1.014	529	437	634	462	191	122
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	22.353	71.712	69.180	34.844	31.113	68.208	52.129	47.810	23.668

Cuadro 3

ESCENARIO DE INCREMENTO EN 30 pta./m³ (0,18 €/m³) DE LOS PRECIOS DE AGUA DE RIEGO EN LAS COMARCAS DE LEVANTE, POR PROVINCIAS

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.208	40.008	136.779	118.842	81.577	54.519	118.729	78.430	44.291	36.439
Cereales (ha)	401	0	16.403	0	10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.345	36.545	105.661	104.193	63.730	46.861	79.795	44.807	14.939	7.086
Hortalizas aire libre (ha)	2.879	2.879	14.384	14.312	6.487	6.425	29.329	29.328	4.890	4.890
Hortalizas invernadero (ha)	583	583	331	331	1.240	1.234	4.326	4.294	24.463	24.463
Valor de la producción (millones pta)	44.367	43.987	123.355	115.714	66.494	62.068	134.919	117.517	130.952	128.919
Margen neto (millones pta)	24.199	17.009	57.161	26.208	30.531	18.489	56.176	40.995	64.488	59.407
Uso de agua (hm ³)	245	235	1.058	862	529	345	634	373	191	140
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	23.518	71.712	70.423	34.844	30.843	68.208	53.826	47.810	44.918

El cuadro 2 muestra los resultados de la eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de Castellón, Valencia, Alicante, Murcia y Almería. En las comarcas en las que hay sobreexplotación de acuíferos, la reducción media de agua disponible es del 18% (cuadro 1) (9). Esta reducción provoca una disminución de la superficie cultivada para el conjunto de todas las comarcas de 72.500 ha (-17%) y del 19% de la mano de obra. La caída del valor de la producción en 112.600 millones (677 mill. €, -22%), y del margen neto en 50.600 millones (304 mill. €, -22%) afecta especialmente a Almería.

En las comarcas de la Comunidad Valenciana y de Murcia, la reducción de agua disponible y superficie cultivada afecta más a los cultivos de baja rentabilidad, por lo que suben tanto el ingreso medio por hectárea como el margen neto por hectárea (10). Por el contrario en Almería, la reducción de agua disponible y superficie cultivada afecta a cultivos muy rentables de las comarcas de Campo Dalías, Campo Níjar-Bajo Andarax, y Bajo Almanzora, ya que no hay posibilidad en estas comarcas de abandonar cultivos poco rentables como los cereales. Por esta razón la caída del valor de la producción y del margen neto es muy elevada, superior al 50%, lo que reduce tanto el ingreso medio por hectárea (-23% hasta 2,28 millones pta/ha o 13.703 €/ha) como el margen neto por hectárea (-21% hasta 1,14 millones pta/ha o 6.851 €/ha).

Gran parte de las pérdidas ocurren en la cuencas Sur y Segura. En la cuenca Sur se dejan de cultivar 17.500 ha, de las que 13.300 ha son cultivos de invernadero, con unas pérdidas en valor de producción de 70.000 millones (421 mill €, -53%) y de 33.900 millones (204 mill. €, -52%) de margen neto, las pérdidas más elevadas de las tres cuencas de Levante. En la cuenca del Segura, que incluye las comarcas de Murcia y la comarca Baix Segura de Alicante, se dejan de cultivar 36.400 ha con unas pérdidas en valor de la producción de 32.900 millones (198 mill €, -20%), y de 12.700 millones (76 mill €, -18%) de margen neto. En la cuenca del Júcar se dejan de cultivar 18.600 ha, con unas pérdidas de 9.700 millones (58 mill €, -5%) en valor de producción y 4.000 millones (24 mill €, -4%) en margen neto.

(9) La suma del volumen de sobreexplotación de acuíferos en todas estas comarcas es 454 hm³, de los que 373 hm³ corresponden a los cultivos estudiados.

(10) Los cereales analizados han sido maíz, arroz, cebada y trigo, y a este grupo se han añadido el girasol y la alfalfa.

Para el conjunto de las tres cuencas de Levante, las hortalizas en invernadero son el grupo de cultivos que experimentan un mayor impacto económico de la eliminación de sobreexplotación de acuíferos, con una caída de superficie de 14.700 ha (-47%) casi en su totalidad en la cuenca Sur. En la cuenca Sur, la reducción de 13.300 ha de invernadero provoca unas pérdidas de 64.700 millones (389 mill €, -57%) en valor de producción de los cultivos de invernadero y 31.400 millones (189 mill €, -55%) en margen neto de estos cultivos. La mayor parte de estas pérdidas económicas se derivan de la fuerte contracción de la producción en invernadero de pimiento, judía, tomate, pepino y calabacín en la comarca de Campo Dalías, al reducirse la disponibilidad de agua en la comarca de 68 a 19 hm³ por la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos en esta comarca.

El grupo de cultivos que experimentan una mayor reducción de superficie son los leñosos, pues son los que ocupan una mayor superficie en las cuencas de Levante, con una caída de 38.500 ha (-13%) que supone unas pérdidas de 18.900 millones (114 mill €, -7%) de valor de producción, y 6.300 millones (38 mill €, -5%) de margen neto. En leñosos se mantiene la superficie cultivada de limonero, mandarino y melocotonero por su rentabilidad, y los leñosos menos rentables son los que más reducen su producción: viñedo de uva de vino (-64%) y almendro (-49%). Las hortalizas al aire libre reducen su superficie en 11.300 ha (-19%), con una pérdidas de ingresos de 19.000 millones (114 mill €, -22%) y de margen neto de 6.700 millones (40 mill €, -20%). La superficie de cereales, alfalfa y girasol cae 8.000 ha (-25%), reduciéndose ligeramente los ingresos y el margen neto. Las comarcas con mayores pérdidas son las que soportan una mayor reducción de agua en porcentaje sobre el agua demandada (cuadro 1): en Almería las comarcas Campo Dalías (71%), Bajo Almanzora (32%) y Campo Níjar-Bajo Andarax (28%); en Murcia las comarcas Valle de Guadalentín (47%), Campo de Cartagena (41%) y Noreste (40%); y en Alicante Vinalopó Mitja (36%), Marina Baixa (27%) y Alt Vinalopó (27%).

En términos económicos, las mayores pérdidas se dan en Almería, en la comarca Campo Dalías donde la reducción de agua disponible en los cultivos estudiados es de 49 hm³, lo que provoca una caída de superficie cultivada de 14.100 ha (-71%) y unas pérdidas de 62.900 millones de ingresos (378 mill €, -71%) y de 30.100 millones de margen neto (181 mill €, -70%). Las pérdidas son también significativas, aunque menores, en Campo Níjar-Bajo Andarax (4.000 y 2.400 millones [24 y 14 mill €] de ingresos y margen neto, o un 18%) y en

Bajo Almanzora (3.100 y 1.400 millones [19 y 8 mill. €] de ingresos y margen neto, o un 27%).

En Murcia, la comarca Valle del Guadalentín experimenta grandes pérdidas, al soportar la mayor reducción de agua disponible de todas las comarcas de Levante (80 hm³): en esta comarca la superficie se reduce en 16.400 ha (-46%), con unas pérdidas de 17.300 millones (104 mill. €, -33%) de ingresos y de 7.400 millones (44 mill. €, -31%) de margen neto. En la comarca Noreste, la caída de la disponibilidad de agua es de 32 hm³, lo que reduce la superficie cultivada en 4.600 ha (-38%), y genera unas pérdidas de 2.100 millones de ingresos (13 mill. €, -27%), y de 640 millones de margen neto (3,8 mill. €, -21%).

El cuadro 2 muestra el efecto de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos por provincias. En el cuadro se observa que el impacto económico en la provincia de Almería es muy superior al resto de las provincias de Levante, tanto en términos absolutos como en términos relativos. No se entiende que el Plan Hidrológico Nacional no contemple medidas de gestión de la demanda de agua que permitan reasignar agua entre las comarcas de la Confederación del Sur (del oeste al este) o desde comarcas de otras cuencas de Levante, complementadas con desalación. Además, el volumen que el PHN prevé trasvasar del Ebro a la cuenca Sur para uso agrario y medioambiental es de sólo 58 hm³, lo que es claramente insuficiente para evitar la sobreexplotación de acuíferos, a diferencia de las asignaciones del travase previstas para el Júcar y el Segura. Incluso si se realizara el trasvase, no se podría resolver la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca Sur, por lo que será necesario buscar soluciones de gestión de demanda en la cuenca.

3.2. Resultados del Incremento de los Precios del Agua de Riego

El segundo escenario plantea el incremento de los precios del agua como medida de gestión de demanda, de forma que se equilibre la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante, lo que iría unido a transferencias internas de agua entre comarcas. Los precios de agua más elevados liberarían recurso hídrico por abandono de los cultivos menos rentables y se podría alcanzar el equilibrio del recurso. Esta simulación de precios de agua elevados, también facilita información para la propuesta que hace el Plan Hidrológico Nacional de trasvasar agua del Ebro para cubrir la actual escasez, sin medidas de racionalización de la demanda de agua. La simulación de un incremento del precio de agua en 70 pta/m³ (0,42 €/m³)

sirve para determinar la localización y el volumen de demanda de agua de las comarcas con cultivos rentables que pueden absorber agua del trasvase a este precio elevado.

El precio que pagan los agricultores en las cuencas de Levante depende en general de la escasez de agua en las distintas comarcas, y en este trabajo se ha considerado un rango de precios entre 5 y 20 pta/m³ (0,03-0,12 €/m³). La primera encuesta a comunidades de regantes del INE para 1999 da unos precios medios del agua de 3,5 pta/m³ (0,02 €/m³) en la Comunidad Valenciana, 15,5 pta/m³ (0,09 €/m³) en Murcia (11), y 6,7 pta/m³ (0,04 €/m³) en Andalucía. Diversos estudios empíricos señalan unos precios del agua en la Confederación del Júcar por debajo de las 5 pta/m³ (0,03 €/m³). La información disponible sobre los precios en la Confederación del Sur, indica que el precio medio del agua de riego era de unas 15 pta/m³ (0,09 €/m³) en 1997 (12).

Los precios de agua que se han fijado como referencia para el escenario base que corresponde al año 1998, dependen de la escasez de recursos hídricos de las comarcas. Se han establecido tres niveles de precios: 5 pta/m³ (0,03 €/m³) en las comarcas en que no hay problema de escasez o en que la escasez es moderada, 15 pta/m³ (0,09 €/m³) en comarcas con problemas de escasez, y 20 pta/m³ (0,12 €/m³) cuando la escasez es severa. En el Júcar el precio del agua se ha fijado en 5 pta/m³ (0,03 €/m³) en todas las comarcas excepto 15 pta/m³ (0,09 €/m³) en Vinalopó Mitja; en el Segura 15 pta/m³ (0,09 €/m³) en las comarcas de Noreste, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena, y 5 pta/m³ (0,03 €/m³) en el resto de comarcas; en el Sur 15 pta/m³ (0,09 €/m³) en Bajo Almanzora y Campo de Níjar-Bajo Andarax, 20 pta/m³ (0,12 €/m³) en Campo Dalías, y 5 pta/m³ (0,03 €/m³) en el resto de las comarcas. El establecer tres niveles de precios en las comarcas según la escasez de agua es un supuesto simplificador, y el análisis tendría una mayor precisión si se dispusiera de información sobre precios del agua en

(11) Este precio es discutible; el INE (2001) lo obtiene dividiendo los ingresos de las comunidades de regantes (5.514 millones o 33 mill. €) por el uso agrario de agua (356 hm³) en Murcia, ahora bien según los cálculos que se han realizado en este estudio, el uso agrario de agua en Murcia ha sido de 780 hm³ en 1998, lo que es más del doble de los 356 hm³ declarados al INE por las comunidades de regantes de la Comunidad de Murcia. Un precio de 7,1 pta/m³ (0,04 €/m³) parece que estaría más cercano a la realidad. En la segunda encuesta a comunidades de regantes del INE, pendiente de publicación, el uso agrario de agua en Murcia que estima el INE es superior a 500 hm³, lo que reduce el precio a 9,9 pta/m³ (0,06 €/m³).

(12) Según los datos de la Encuesta sobre los regadíos de Andalucía, que citan Sumpsi y Varela (2000). Por comarcas el precio del agua era 15 pta/m³ (0,09 €/m³) en Campo Dalías y Bajo Andarax, 20 pta/m³ (0,12 €/m³) en Campo Níjar y Bajo Almanzora, y 9 pta/m³ (0,05 €/m³) en las comarcas del interior.

cada comunidad de regantes. Esta mayor precisión requeriría un modelo más complejo, ya que la unidad de análisis sería la comunidad de regantes y no la comarca.

En los escenarios de incremento de los precios del agua se han aumentado estos precios en 10, 20, 30, 40 y 70 pta/m³ (0,06; 0,12; 0,18; 0,24; y 0,42 €/m³). La producción de algunos cultivos como los cereales y leñosos, se reduce bajo estos escenarios de subida de los precios del agua. Se ha considerado que estas reducciones de producción no afectan a los precios de estos productos, lo que supone que son sustituidos en el mercado al mismo precio por producciones de otros orígenes.

Conforme aumenta el precio, la superficie cultivada en todas las comarcas de 423.000 ha, se reduce progresivamente en 22.000 ha para un aumento de precio de 10 pta/m³ (0,06 €/m³), 66.000 ha para 20 pta/m³ (0,12 €/m³), 94.000 ha para 30 pta/m³ (0,18 €/m³), 114.000 ha para 40 pta/m³ (0,24 €/m³), y 235.000 ha para 70 pta/m³ (0,42 €/m³). Los cereales son los que primero se abandonan, y tras ellos los leñosos poco rentables (cuadros 3 y 4). La superficie de cereales cae a la mitad cuando el precio sube 20 pta/m³ (0,12 €/m³) y dejan de cultivarse si el precio alcanza 30 pta/m³ (0,18 €/m³). En leñosos, una subida de 30 pta/m³ (0,18 €/m³) provoca el abandono del almendro y albaricoquero, y una fuerte reducción del viñedo de vinificación y olivar. Para aumentos de 70 pta/m³ (0,42 €/m³) cae drásticamente el naranjo (-87%), limonero (-9%) y melocotonero (-65%). La mayoría de hortalizas pueden absorber el incremento de costes que genera el elevado precio del agua, y solo disminuye la superficie de algunas hortalizas al aire libre como la patata en 1.400 ha (-24%) y la alcachofa en 500 ha (-4%).

El valor de la producción que es 500.100 millones (3.006 mill. €) en las comarcas de Levante, se reduce por el progresivo abandono de los cultivos. La reducción es de 19.000 millones (114 mill. €) cuando el precio del agua sube 20 pta/m³ (0,12 €/m³), 32.000 millones (192 mill. €) para 30 pta/m³ (0,18 €/m³), 47.000 millones (282 mill. €) para 40 pta/m³ (0,24 €/m³), y 155.000 millones (932 mill. €) para 70 pta/m³ (0,42 €/m³). El margen neto o renta neta de los agricultores que es de 233.000 millones (1.400 mill. €), cae tanto por el progresivo abandono de los cultivos como por el aumento del coste del agua, y esta caída es de 49.000 millones (294 mill. €) para un aumento del coste del agua de 20 pta/m³, 70.400 millones (423 mill. €) para 30 pta/m³, 89.000 millones (535 mill. €) para 40 pta/m³, y 124.000 millones (745 mill. €) para 70 pta/m³.

Cuadro 4

ESCENARIO DE INCREMENTO EN 70 pta./m³ (0,42 €/m³) DE LOS PRECIOS DE AGUA DE RIEGO EN LAS COMARCAS DE LEVANTE, POR PROVINCIAS

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.208	33.903	136.779	45.370	81.577	30.142	118.729	44.816	44.291	33.741
Cereales (ha)	401	0	16.403	0	10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.345	30.440	105.661	32.112	63.730	23.465	79.795	11.214	14.939	4.420
Hortalizas aire libre (ha)	2.879	2.879	14.384	12.939	6.487	5.507	29.329	29.328	4.890	4.862
Hortalizas invernadero (ha)	583	583	331	320	1.240	1.169	4.326	4.273	24.463	24.458
Valor de la producción (mil. pta)	44.367	38.371	123.355	47.937	66.494	40.993	134.919	90.938	130.952	126.410
Margen neto (millones pta)	24.199	8.484	57.161	5.256	30.531	9.867	56.176	30.271	64.488	54.459
Uso de agua (hm ³)	245	192	1.058	272	529	154	634	163	191	119
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	19.875	71.712	26.845	34.844	16.577	68.208	33.893	47.810	43.332

La utilización de la mano de obra va disminuyendo al aumentar el precio del agua. Para aumentos moderados del precio del agua de hasta 30 pta/m³ (0,18 €/m³), la caída porcentual de utilización de mano de obra es pequeña e inferior a la caída de uso de agua, ya que los cultivos poco rentables utilizan poco trabajo. Cuando el precio del agua se incrementa en 70 pta/m³ (0,42 €/m³), la utilización de la mano de obra se reduce casi a la mitad para el conjunto de comarcas, con unas pérdidas de 106 millones de horas de trabajo al año, o 58.700 UTA (1 UTA = 1.800 horas). La reducción porcentual de mano de obra no es muy grande en las comarcas de Almería (-9%) y Castellón (-16%), pero sí lo es en las de Murcia (-50%), Alicante (-52%), y Valencia (-63%).

Para las 35 comarcas analizadas de Levante, la demanda de agua correspondiente al año de referencia 1998 de los cultivos estudiados es de 2.657 hm³, que se distribuyen entre 1.573 hm³ de demanda en las comarcas del Júcar, 893 hm³ en las del Segura y 191 hm³ en las del Sur (Almería) (13). Conforme aumenta el precio del agua, la demanda cae 159 hm³ para un aumento de 10 pta/m³ (0,06 €/m³), 441 hm³ para 20 pta/m³ (0,12 €/m³), 703 hm³ para 30 pta/m³ (0,18 €/m³), 859 hm³ para 40 pta/m³ (0,24 €/m³), y 1.758 hm³ para 70 pta/m³ (0,42 €/m³).

Examinando la respuesta de la demanda de agua de riego a los precios del agua se observa que la caída más fuerte de la demanda de agua se da, en las comarcas de la provincia de Valencia, en especial cuando el precio del agua supera las 45 pta/m³ (0,27 €/m³). Tanto en el Júcar como en el Segura, la demanda de agua para un aumento de precio de 70 pta/m³ (0,42 €/m³) o «demanda solvente» es entre la tercera y la cuarta parte de la demanda actual, y abastece las necesidades hídricas de los cultivos más rentables. Este hecho implica que el agua del trasvase sólo podrá utilizarse en cultivos hortícolas o en algunos cultivos leñosos muy rentables como mandarina o viñedo de uva de mesa. En las tres cuencas de Levante, comparando la «demanda solvente» para el agua del trasvase con la asignación del PHN para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de los riegos (cuadro 5), se comprueba que hay un problema de inconsistencia en la propuesta del PHN, y que la inconsistencia se da en las tres cuencas.

(13) Estimando el consumo de agua de los cultivos no estudiados, la demanda de todos los cultivos para las 35 comarcas analizadas alcanza los 3.240 hm³, de los que 1.929 hm³ corresponden a las comarcas del Júcar, 1.098 hm³ a las del Segura y 213 hm³ al Sur.

Cuadro 5

DEMANDA DE USO AGRARIO A PRECIO DE TRASVASE Y ASIGNACIONES DEL PHN

	Demanda de agua a precio de trasvase (Δ 70 pta/m ³ o 0,42 €/m ³)	Asignación PHN cese sobreexplot. y garantía de riego	Asignación PHN uso urbano e industrial	Asignación PHN total
Cuenca del Júcar (hm ³)	560	141	169	300
Cuenca del Segura (hm ³)	220	362	58	420
Cuenca Sur (hm ³)	119	58	42	100

3.3. Solución de la Escasez Aumentando el Precio del Agua

Un aumento de precios del agua de 20 pta/m³ (0,12 €/m³) reduce la demanda de agua en 441 hm³; este volumen de recurso es inferior pero no muy alejado de los 561 hm³ que el PHN establece como dotación del trasvase para eliminar la sobreexplotación de acuíferos y como garantía de riego. El agua que se libera por cuencas al aumentar el precio del agua en 20 pta/m³ (0,18 €/m³) es de 141 hm³ en el Júcar, 263 hm³ en el Segura y 37 hm³ en el Sur, frente a las dotaciones del trasvase de 141 hm³ para el Júcar, 362 hm³ para el Segura y 58 hm³ para el Sur.

Por tanto, un aumento de los actuales precios del agua en 20 pta/m³ (0,12 €/m³) disminuye el uso agrario del agua en un volumen suficiente para evitar la sobreexplotación de acuíferos tanto en el Segura (226 hm³ de sobreexplotación) como en el Júcar (157 hm³ de sobreexplotación), y también para cubrir una parte de la garantía de riegos del Segura (14). Esta subida de precios resuelve prácticamente el problema de sobreexplotación de acuíferos en el Segura y el Júcar, ya que la parte de garantía de riegos (136 hm³) que no se cubre en el Segura, y la parte de sobreexplotación de acuíferos que no se cubre en el Sur (34 hm³) (15), podría solucionarse con medidas alternativas como desalación y mejora de la eficiencia de riego. Los efectos para las tres cuencas de un aumento del precio del agua en 20 pta/m³ (0,12 €/m³) son una disminución del 4% el valor de

(14) Los 263 hm³ de demanda que se liberan en el Segura cubren los 226 hm³ de sobreexplotación de acuíferos (cuadro 1), por lo que quedan 37 hm³ para cubrir parte de la dotación de garantía de riego en el Segura que es 136 hm³ (362-226).

(15) La dotación del PHN para el Sur es de 58 hm³, y no alcanza los 71 hm³ de sobreexplotación de acuíferos en el Sur (cuadro 1). El aumento de precio en 20 pta/m³ (0,12 €/m³) libera una demanda de 37 hm³ en el Sur, que supone la mitad de la sobreexplotación.

la producción, una caída del margen neto del 21%, y una reducción de la mano de obra del 6%. El coste para los agricultores viene dado por las pérdidas de margen neto de 49.000 millones (294 mill. €), y esta cantidad mide la compensación a recibir por el aumento del precio del agua.

Un aumento de precios del agua de 30 pta/m³ (0,18 €/m³) provoca una caída de demanda de agua de 325 hm³ en el Júcar, 327 hm³ en el Segura y 51 hm³ en el Sur, lo que casi llega a cubrir las dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de 300 hm³ en el Júcar, 420 hm³ en el Segura, y 100 hm³ en el Sur. Transfiriendo los 25 hm³ (325-300) de excedente del Júcar hacia el Segura, sólo habría un déficit en el Segura de 68 hm³ (327+25-420) y de 49 hm³ (51-100) en el Sur. Estos déficits de 68 hm³ en el Segura y de 49 hm³ en el Sur pueden cubrirse mediante medidas como la desalación y la mejora de la eficiencia de riego, o, en el caso de la cuenca Sur, con transferencias internas desde el oeste de la cuenca Sur. En Almería, la desalación de agua de mar es una alternativa para aumentar la oferta, que tiene un coste mucho menor que el agua del trasvase del Ebro, ya que el coste de desalación es inferior a 90 pta/m³ (0,54 €/m³) y podría abastecer los regadíos cercanos al mar de la comarcas de Campo Dalías, Níjar-Bajo Andarax, y Bajo Almanzora, donde los problema de sobreexplotación de acuíferos son más graves (71 hm³) (16).

Esta medida de gestión de demanda de aumentar en 30 pta/m³ (0,18 €/m³) el precio del agua soluciona la escasez de agua de Levante, equilibrando la oferta y la demanda de agua sin necesidad de las enormes inversiones en la infraestructura del trasvase del Ebro. Esta medida debe ser considerada seriamente por los responsables de la toma de decisiones como alternativa a las transferencias desde el Valle del Ebro. El coste para los agricultores de Levante y Sureste de esta medida es importante, ya que su renta neta se reduce en un 30%, mientras que la pérdida de mano de obra es el 9%, y la caída de ingresos es el 6%. Los agricultores podrían ser compensados por la administración por los 70.400 millones (423 mill. €) al año, que es la renta neta (margen neto) que pierden cuando el precio del agua se incrementa en 30 pta/m³ (0,18 €/m³). La inversión del trasvase del Ebro, que probablemente superará holgadamente el

(16) En CIRCE/NL Consultores (2001), se señala que en Campo Dalías y en Níjar-Bajo Andarax la desalación de agua de mar tiene un coste de 83 pta/m³ (0,50 €/m³) frente a un coste de agua de trasvase de 120 pta/m³ (0,72 €/m³) en canal principal.

billón de pesetas, puede producir una rentabilidad superior a los 70.400 millones (423 mill. €) anuales en inversiones alternativas al trasvase.

4. ASIGNACIÓN COMARCAL DEL TRASVASE DEL EBRO QUE PROPONE EL PHN

La simulación de un precio del agua elevado, al aumentar el precio en 70 pta/m³ (0,42 €/m³), facilita información para la propuesta que hace el Plan Hidrológico Nacional de trasvasar agua del Ebro para cubrir la actual escasez, sin medidas de racionalización de la demanda de agua. Este análisis de demanda sirve para determinar cuáles son las comarcas especializadas en cultivos rentables y cuál es el volumen de agua de trasvase que las comarcas pueden absorber a precios elevados. Los resultados muestran la inconsistencia de la propuesta del PHN, ya que en el Segura no hay una «demanda solvente» de agua para uso agrario que pueda absorber la dotación del PHN al Segura para sobreexplotación y garantía de riego. Además, en el Júcar varias comarcas de Alicante tampoco pueden absorber la dotación de sobreexplotación, mientras que en el Sur la «demanda solvente» es muy amplia pero la dotación del PHN no cubre la sobreexplotación de acuíferos.

El PHN pretende cubrir el actual exceso de demanda de agua de uso agrario con agua del trasvase, que sería mucho más cara que los actuales precios de agua de riego, por lo que el agua del trasvase sólo podría pagarse en comarcas con cultivos de alta rentabilidad. La asignación de agua de trasvase que propone el PHN para eliminación de la sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos es 141 hm³ a la cuenca del Júcar, 362 hm³ a la cuenca del Segura, y 58 hm³ a la cuenca Sur (cuadro 5). El volumen de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas al subir el precio del agua en 70 pta/m³ (0,42 €/m³) es 560 hm³ en el Júcar, 220 hm³ en el Segura y 119 hm³ en el Sur. En consecuencia, en la cuenca del Segura hay un problema para la propuesta del trasvase del PHN, ya que esta cuenca sólo puede absorber 220 hm³ de agua de uso agrario al precio del agua del trasvase, lo que no cubre la asignación del PHN de 362 hm³ para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, en un volumen de 142 hm³.

Las consecuencias de la propuesta del PHN son que los agricultores seguirían sobreexplotando los acuíferos en el Segura, al no poder pagar el elevado precio del agua del trasvase, lo que demuestra la superioridad de la política de gestión de demanda de agua con precios más elevados sobre la política de aumento de oferta del PHN, no

sólo desde un enfoque de sostenibilidad, sino también desde un enfoque económico de análisis de la oferta y la demanda de agua. Los resultados del análisis muestran que la sobreexplotación de acuíferos es similar o superior que la demanda de agua de uso agrario a precio de trasvase o «demanda solvente» en las comarcas de Noreste o Altiplano, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena. El problema de desequilibrio más grave entre «demanda solvente» y sobreexplotación de acuíferos se da en la comarca Noreste o Altiplano, con una demanda solvente para los cultivos estudiados de 9 hm^3 y una sobreexplotación de acuíferos correspondiente a estos cultivos de 32 hm^3 (17), por lo que los agricultores no podrán adquirir el agua del trasvase para eliminar la sobreexplotación en la comarca.

En la comarca Noreste con una sobreexplotación de acuíferos de 45 hm^3 para todos los cultivos y 32 hm^3 para los cultivos estudiados, la demanda de agua a precios de trasvase cae de 79 a 9 hm^3 por la disminución de superficie de cereales y leñosos, y el mantenimiento de las hortalizas. La superficie de leñosos cae de 11.200 a 1.100 ha al desaparecer el cultivo del almendro, albaricoquero, viñedo de vinificación, limonero y naranjo, y reducirse la superficie de melocotonero. La comarca de Campo de Cartagena está especializada en hortalizas en cuanto a valor de producción, pero la demanda de agua de 54 hm^3 se reduce a menos de la mitad porque el alto coste del agua impide cultivar cebada, almendro, limonero y naranjo, con lo que la demanda de agua solvente de las hortalizas es muy justa para cubrir la sobreexplotación de acuíferos en la comarca. En la comarca del Valle del Guadalentín también tienen importancia las hortalizas en cuanto a valor de producción, pero la demanda de agua de 148 hm^3 cae a la mitad a precios de trasvase por la falta de rentabilidad de los cultivos leñosos a ese precio.

La comarca de Vega del Segura tiene una mayor especialización en leñosos con lo que la «demanda solvente» de agua a precios de trasvase cae de 284 hm^3 a 51 hm^3 y la superficie cultivada cae en un 80% , por la falta de rentabilidad del cultivo de cebada, limonero, albaricoquero, naranjo y almendro. Esta «demanda solvente» de 51 hm^3 supera la sobreexplotación de acuíferos, pero es escasa para cubrir también la dotación del PHN de garantía de riegos.

(17) En la comarca Noreste, la demanda actual de los cultivos estudiados es 79 hm^3 y la demanda actual de todos los cultivos es 111 hm^3 (ver cuadro 1), por lo que la proporción de sobreexplotación de acuíferos correspondientes a los cultivos estudiados es 32 hm^3 [= $45 \cdot (79/111)$]. Los 9 hm^3 de demanda solvente de los cultivos estudiados no pueden cubrir estos 32 hm^3 de sobreexplotación.

Distribuyendo la dotación de 136 hm^3 para garantía de riego en el Segura (18), en proporción a la sobreexplotación de acuíferos de cada comarca, que es un supuesto razonable, se observa que en todas las comarcas del Segura excepto Noroeste y Baix Segura, la demanda solvente es inferior a la suma de sobreexplotación y garantía de riego. El desequilibrio para los cultivos estudiados alcanza los 42 hm^3 en Noreste, 41 hm^3 en Valle del Guadalentín, 11 hm^3 en Campo de Cartagena, y 4 hm^3 en Vega del Segura (figura 2).

En la cuenca del Júcar, la demanda global de agua de uso agrario a precio de trasvase (560 hm^3) es mayor que la asignación del PHN para cese de sobreexplotación y garantía de riego (141 hm^3). Sin embargo, hay varias comarcas en las que el volumen de sobreexplotación de acuíferos es similar o superior a la demanda de uso agrario a precio de agua de trasvase. Esta situación afecta a tres comarcas en la provincia de Alicante, por su especialización productiva en cereales y leñosos poco rentables como almendro y viñedo de vinificación, que no pueden absorber el precio elevado de agua de trasvase. Este precio también provoca una fuerte reducción de naranjo y limonero, y los únicos leñosos que se mantienen son mandarino y viñedo de uva de mesa. Las comarcas Vinalopó Mitja y Alacantí soportan mejor la subida de precios del agua por su especialización en viñedo de uva de mesa, que puede absorber el coste elevado del agua.

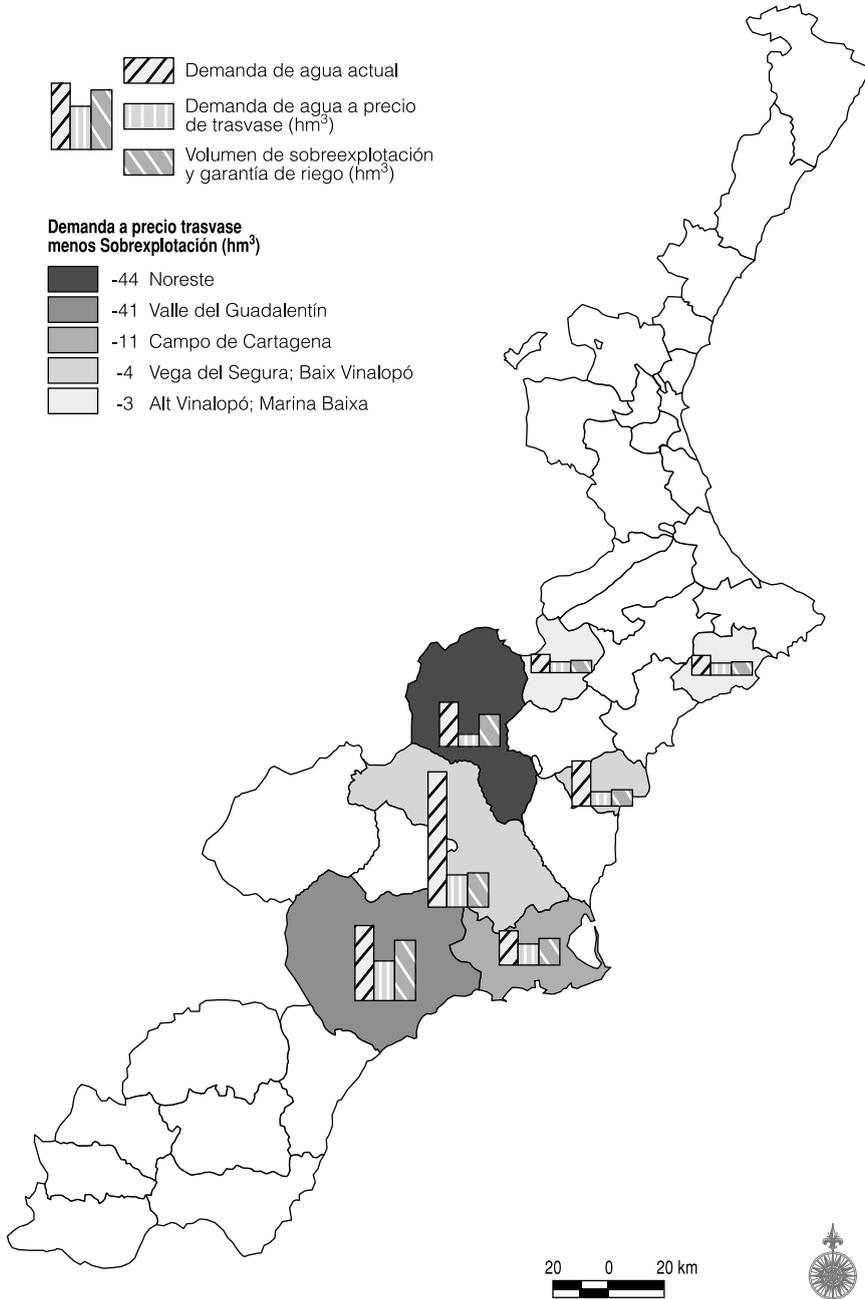
Las comarcas del Júcar en que la sobreexplotación supera a la demanda a precios de trasvase son: Baix Vinalopó, Alt Vinalopó y Marina Baixa. Para los cultivos estudiados, en Baix Vinalopó la sobreexplotación es 15 hm^3 y la «demanda solvente» 11 hm^3 , en Alt Vinalopó la sobreexplotación es 6 hm^3 y la «demanda solvente» 3 hm^3 , y en Marina Baixa la sobreexplotación es 6 hm^3 y la «demanda solvente» 3 hm^3 . Las tres comarcas de Castellón con sobreexplotación de acuíferos (Baix Maestrat, Plana Alta y Plana Baixa), pueden adquirir el agua de trasvase holgadamente al ser la «demanda solvente» mucho mayor que la sobreexplotación de acuíferos.

La cuenca Sur no tiene problemas para adquirir el agua del trasvase a precios elevados al estar especializada en cultivos hortícolas de invernadero muy rentables. Para los cultivos estudiados, en Campo Dalías la sobreexplotación es 48 hm^3 y la «demanda solvente» es 65 hm^3 , en Campo Níjar-Bajo Andarax la sobreexplotación es 9 hm^3

(18) La dotación del PHN al Segura para sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos es de 362 hm^3 , y la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca es 226 hm^3 (ver cuadro 1), con lo que la garantía de riego es la diferencia de 136 hm^3 .

Mapa 2

Inconsistencia del trasvase en las comarcas de Levante



y la «demanda solvente» es 24 hm³, y en Bajo Almanzora la sobreexplotación es 8 hm³ y la «demanda solvente» es 17 hm³. A pesar de esta amplia «demanda solvente» en Almería, el PHN sólo asigna 58 hm³ para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, lo que no cubre ni siquiera la sobreexplotación de acuíferos (71 hm³).

5. CONCLUSIONES

El análisis de los impactos de las alternativas a la escasez de agua en Levante y Sureste muestra que la *prohibición de la sobreexplotación de acuíferos*, como medida de gestión de demanda sin trasvases externos de agua, provoca en las comarcas una caída de la producción final agraria y la renta neta del 20%. Esta alternativa sería especialmente perjudicial para Almería, mientras los efectos negativos serían menores en el Segura y el Júcar. El grado de impacto de esta alternativa depende de la reasignación de agua entre las zonas en que hay escasez.

La segunda alternativa considerada es el *incremento del precio del agua de riego*. Esta medida sirve para equilibrar la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante y Sureste, y sigue los criterios de la Directiva Marco del Agua. Los precios del agua de uso agrario pueden seguir siendo menores que los de otros usos, pero la escasez ha de solucionarse con un incremento razonable de precios que libere un volumen de recursos hídricos suficiente, con un efecto que no sea excesivo para los agricultores. Esta política de gestión de demanda es preferible para la sociedad, y es la que se defiende en este trabajo al tener un coste económico y medioambiental menor que la política de expansión de la oferta del trasvase del Ebro.

Un *incremento de 20 pta/m³* (0,12 €/m³) del precio del agua de riego reduce la demanda de agua en una cifra que cubre la dotación del PHN para sobreexplotación de acuíferos en el Segura y el Júcar, y parte de la garantía de riego en el Segura, por lo que el trasvase se reduciría a 379 hm³ de los que 120 hm³ se destinarían a uso agrario y 259 hm³ a uso urbano e industrial. Esta solución reduce ligeramente los ingresos de los agricultores en un 4%, pero el coste para los agricultores es significativo, ya que la renta neta cae un 21%. La pérdida de 49.000 millones (294 mill. €) de renta neta anual mide la compensación que podría ofrecer la sociedad para que los agricultores acepten voluntariamente la subida del precio del agua. Las administraciones autonómicas de la cuenca

cedente deberían negociar esta alternativa con el gobierno central, que reduce la dimensión del trasvase del Ebro de 820 a 379 hm³.

Un *incremento de 30 pta/m³* (0,18 €/m³) del precio de agua de riego reduce en 703 hm³ la demanda de agua, un volumen cercano a los 820 hm³ de dotación de agua de trasvase que el PHN asigna a las tres cuencas para todos los usos. Esta reasignación de la demanda permite abastecer internamente las necesidades de las tres cuencas equilibrando los usos y disponibilidades de agua, y sólo habría un déficit de 68 hm³ en el Segura y 49 hm³ en el Sur, que podrían solventarse con medidas de desalación y mejora de eficiencia de riego. En el trabajo de Uche *et al.* (2002), se muestra que en las comarcas costeras del Sureste, al sur de Campo de Cartagena, el coste de desalación es inferior al coste comarcal del agua del trasvase (19).

La medida de subir los precios 30 pta/m³ (0,18 €/m³) debería ser considerada seriamente como alternativa a la enorme inversión del trasvase del Ebro por los responsables de las administraciones públicas y por los grupos políticos y de presión. El coste de la medida no es excesivo para los ingresos de los agricultores que caen un 6%, aunque sí es significativa la caída del 30% en la renta neta, y la compensación necesaria para que los agricultores aceptaran voluntariamente la subida de precios es igual a los 70.400 millones (423 mill. €) de renta neta anual que pierden. Esta cantidad podría pagarla la administración u otros grupos de usuarios del agua, para que la sociedad no lleve a cabo la inversión del trasvase que es probablemente superior al billón de pesetas, y que podría destinarse a inversiones alternativas de mayor rentabilidad.

Otra crítica a la propuesta de trasvase del PHN surge como consecuencia de la *inconsistencia de la asignación comarcal del agua del trasvase que propone el PHN*. Al precio elevado del agua del trasvase, los agricultores de la cuenca del Segura no pueden absorber la dotación para uso agrario y medioambiental que fija el PHN, y los agricultores tampoco pueden absorber esta dotación en varias comarcas de Alicante de la cuenca del Júcar. El problema es que la *demandasolvente* de agua a precios de trasvase es inferior a la sobreexplotación de acuíferos en esas comarcas. En consecuencia, con la propuesta del PHN no se puede eliminar la sobreexplotación de acuíferos en el

(19) El coste de agua desalada en parcela en estas comarcas costeras es de 87 pta/m³ (0,52 €/m³), y el coste comarcal del agua de trasvase va de 94 pta/m³ (0,56 €/m³) en Valle del Guadalentín a 124 pta/m³ (0,74 €/m³) en Campo Dalías.

Segura y en algunas comarcas del Júcar, al no poder pagar los agricultores el elevado precio del agua de trasvase. La incoherencia de la propuesta del PHN es un argumento adicional que demuestra la superioridad de las políticas de gestión de demanda de agua sobre la política de aumento de la oferta del PHN.

Esta incoherencia del PHN se podría resolver mediante la *subvención del precio del agua del trasvase para uso agrario*, cargando precios más elevados a otros grupos de usuarios, lo que aseguraría la supervivencia de las actividades agrarias menos rentables. La opción de subvencionar el agua de trasvase de uso agrario sería costosa para los usuarios no agrarios del Segura. Esta opción es francamente injustificable tanto desde la perspectiva económica como desde las perspectivas medioambiental y de equilibrio territorial, ya que se mantendrían actividades agrarias no rentables en un marco insostenible, detrayendo recursos hídricos que comprometen las funcionalidades ecológicas de la cuenca cedente e hipotecando su futuro. Los responsables políticos y sociales de la cuenca cedente han de asegurarse de que esta opción no pueda ocurrir.

Las alternativas que se han expuesto en este trabajo son: *prohibición de la sobreexplotación de acuíferos, incremento del precio del agua en 20 pta/m³ (0,12 €/m³) con un trasvase del Ebro de 379 hm³, incremento del precio de 30 pta/m³ (0,18 €/m³) sin trasvase, y la alternativa de trasvase de 820 hm³ del PHN*. Estas alternativas se han de examinar cuidadosamente para determinar una política racional que no debe orientarse hacia la tradicional política de oferta con inversiones enormes en transferencias externas a las cuencas para aumentar la oferta de agua, sino que debe orientarse hacia medidas de gestión de la demanda de agua, con transferencias entre comarcas y precios de agua más elevados que reflejen la escasez del recurso y no supongan una carga excesiva para la actividad agraria.

Algunos expertos señalan la posibilidad de que la administración hidráulica pueda llegar a controlar las extracciones de los acuíferos sobreexplotados, o que se llegue a acuerdos voluntarios de intercambio de agua entre usuarios. El que se consiga impedir las extracciones de acuíferos sobreexplotados supone la aplicación de la prohibición de sobreexplotación de acuíferos, medida que se ha examinado en este trabajo y que tiene un coste del 20% de la renta neta de los agricultores de Levante y Sureste. Esta medida no es fácil de aplicar en la práctica, y requeriría que la administración dispusiera de información y control sobre el bombeo de cada punto de extracción. Los acuerdos voluntarios con los usuarios agrarios supondrían

la introducción de mercados de agua, y la compra de recursos hídricos por los usuarios no agrarios. Esta medida puede aplicarse tanto aumentando la oferta de agua con trasvase o desalación como manteniendo la oferta constante, y la medida es equivalente a incrementar los precios del agua para equilibrar la oferta y la demanda de recursos hídricos.

La mejor opción para la sociedad puede ser el aumento del precio del agua que equilibre los usos y disponibilidades de agua en Levante y Sureste sin recurrir al agua del Valle del Ebro, por razones económicas, medioambientales y de equilibrio territorial. Pero ante la decisión firme del Gobierno central de llevar a cabo el trasvase del Ebro, una solución de compromiso entre la política de aumento de la oferta de agua y la política de gestión de la demanda de uso agrario, consistiría en un incremento del precio del agua en 20 pta/m³ (0,12 €/m³) junto con el apoyo local de la desalación en las comarcas costeras al sur de Alicante, y como último recurso la transferencia de agua desde el Ebro. Este precio reduciría la demanda de agua con un efecto negativo del 21% sobre la renta neta de los agricultores. Los agricultores deberían ser compensados de esta pérdida de 49.000 millones (294 mill. €) para que aceptaran voluntariamente el aumento del precio del agua.

Una estrategia de gestión de demanda es preferible, porque garantiza la disminución de la presión de la actividad agraria sobre los acuíferos sin necesidad de establecer controles muy estrictos sobre pozos y extracciones, dejando que los precios del agua de uso agrario incorporen información sobre la escasez del recurso y la rentabilidad del uso. La supervisión del pago del agua deberían realizarlo las comunidades de regantes, de forma que se controlara tanto la demanda de agua superficial como la extracción y el pago del agua subterránea en las explotaciones de los agricultores. Los agricultores responderían a precios más elevados que se aproximen a la suma del coste económico y el coste medioambiental, internalizando en sus actividades privadas de producción el coste social de las externalidades derivadas de la provisión y utilización del recurso hídrico y del agotamiento de los acuíferos.

En los análisis que se presentan en este artículo se ha procurado mantener la objetividad, y sus implicaciones deberían ser tenidas en cuenta por los responsables de la toma de decisiones en la Unión Europea, sometidos a una fuerte presión por los grupos de interés favorables al trasvase. La decisión que tome la Unión Europea afectará a sus iniciativas de desarrollo sostenible tanto a nivel internacional como comunitario.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se hubiera podido llevar a cabo sin la ayuda de los siguientes especialistas e instituciones que facilitaron información esencial y apoyo para su realización: Eugenio Picón y José Luis de la Puente (MAPA), Juan Castel (IVIA), Luis Rincón (CIDA), M^a Isabel Sánchez (CEBAS), Joaquín Gómez, Juan Herrero y Auxi Casterad (SIA), Pedro Segura y Patricio Rosas (Siecros Consultores), Roberto Sancho (MAPA), Antonio Martínez-Cob y Sergio Lecina (CSIC-Aula Dei), Fulgencio Pérez (Gobierno de Murcia), Ariel Dinar (Banco Mundial), IVIE, CEDEX, Ministerio de Medio Ambiente, y Dirección General de Tecnología Agraria (DGA). También merece un agradecimiento especial el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, que financió un proyecto que ha servido para desarrollar el modelo de análisis del regadío que se ha utilizado en este trabajo. Skender Uku dio apoyo en los cálculos de evapotranspiración, y Anika Meyer elaboró las bases de datos y los mapas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA-KLINK, F. (1996): «Economía de los trasvases de agua: Una aproximación al caso español». En F. Aguilera-Klink (ed.): *Economía del Agua*. pp. 429-484. 2.^a edición. MAPA, Madrid.
- ALBIAC, J. y TAPIA, J. (2001): *La gestión de demanda de agua frente a la política de oferta del trasvase del Ebro*. Documento de Trabajo 01/2. Unidad de Economía y Sociología Agrarias. SIA-DGA, Zaragoza.
- ALBIAC, J.; MEMA, M.; TAPIA, J.; FELJOO, M. y CALVO, E. (1998): *Modelización del uso de suelo en la zona de Flumen-Monegros I*. Documento de Trabajo 98/10. Unidad de Economía Agraria. SIA-DGA, Zaragoza.
- ALLEN, R.; PEREIRA, L.; RAES, D. y SMITH, M. (1998): «Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements». *Irrigation and Drainage Paper*, 56. FAO, Roma.
- AVELLÀ, L. (2002): *Las Expectativas en el Equilibrio Oferta - Demanda de Agua en las Agriculturas Intensivas Españolas*. Seminario Internacional sobre Gestión de Demanda de Agua. Gobierno de Aragón, Zaragoza.
- BERBEL, J.; JIMÉNEZ, J.; SALAS, A.; GÓMEZ-LIMÓN, J. y RODRÍGUEZ, A. (1999): *Impacto de la política de precios del agua en las zonas regables y su influencia en la renta y el empleo agrario*. Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España, Madrid.
- CASTEL, J.; BAUTISTA, I.; RAMOS, C. y CRUZ, G. (1987): «Evapotranspiration and irrigation efficiency of mature orange orchards in Valencia (Spain)». *Irrigation and Drainage Systems*, 3: pp. 205-13.
- CASTERAD, A. y HERRERO, J. (1998): «Irrivol: A method to estimate the yearly and monthly water applied in an irrigation district». *Water Resources Research*, 34 (1): pp. 3.045-49.

- CIRCE/NL CONSULTORES (2001): *Incrementos de coste en el trasvase del Ebro no considerados o insuficientemente valorados en el Plan Hidrológico Nacional*. Informe Técnico. Gobierno de Aragón, Zaragoza.
- CLEMMENS, A. y DEDRICK, A. (1994): «Irrigation techniques and evaluations». En K. Tanji y B. Yaron (eds.): *Advanced series in agricultural sciences*. pp. 64-103. Springer-Verlag, Berlin.
- COLINO, J. y NOGUERA, P. (1998): «La Agricultura Murciana: Especialización Hortofrutícola e Intensificación». En M. Molina, C. Muñoz y L. Ruiz (eds.): *El Sector Agrario. Análisis desde las Comunidades Autónomas*. pp: 407-430. MAPA/Mundi-Prensa, Madrid.
- GIL, A. y GARCÍA, J. (1998): «El Sector Agrario Valenciano». En M. Molina, C. Muñoz y L. Ruiz (eds.): *El Sector Agrario. Análisis desde las Comunidades Autónomas*. MAPA-MundiPrensa, Madrid.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2001): *Estadísticas del Agua 1999*. INE. Madrid.
- KELLER, J. (1991): *In search of a better measure for encouraging irrigation water conservation*. Documento de Trabajo. Utah State University, Logan.
- LECINA, S.; ISIDORO, D.; DECHMI, F.; CAUSAPÉ, J.; PLAYÁN, E.; FACI, J. y LAPLAZA, J. (2001): «Evaluación de los riegos de la comunidad de regantes V del canal de Bárdenas». Comunicación al *XIX Congreso Nacional de Riegos*. Zaragoza.
- MARTÍNEZ-COB, A.; FACI, J. y BERCERO, A. (1998): *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*. Instituto Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza, Zaragoza.
- McCARL, B. (1982): «Cropping Activities in Agricultural Sector Models: A Methodological Proposal». *American Journal of Agricultural Economics*, 64(4): pp. 768-772.
- MEYER, A.; CASTERAD, A. y HERRERO, J. (2001) «La distribución territorial del agua en un regadío estudiado mediante teledetección y sistemas de información geográfica». Comunicación al *XIX Congreso Nacional de Riegos*. Zaragoza.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1999): *Análisis de la economía de los sistemas de producción. Resultados técnico-económicos de explotaciones hortofrutícolas de la Comunidad Valenciana en 1998*. Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. MAPA, Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000): *Análisis Económicos. Plan Hidrológico Nacional*. MIMAM, Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE - MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA (1995): *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*. DGOH-DGCA-ITGE. MOPTMA-MINER, Madrid.
- NAREDO, J. y GASCÓ, J. (1994): *Spanish Water Accounts*. OCDE. Comité de Política Medioambiental, París.
- ÖNAL, H. y McCARL, B. (1989): «Aggregation of Heterogeneous Firms in Mathematical Programming Models». *European Journal of Agricultural Economics*, 16(4): pp. 499-513.
- ÖNAL, H. y McCARL, B. (1991): «Exact Aggregation in Mathematical Programming Sector Models». *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 39: pp. 319-334.

- PELLICER, C. y RINCÓN, L. (1993): «Estimación de las necesidades del tomate en riegos localizados de alta frecuencia con aguas salinas». *Agrícola Verge!* pp. 273-91 (mayo).
- QUINTANILLA, A.; CASTAÑO, S.; GARCÍA, J.; NAVARRO, E. y MONTESINOS, J. (1997): «Aproximación al estudio de la evolución temporal de la superficie en regadío de la cuenca del río Segura mediante técnicas de teledetección y SIG». En J. Casanova y J. Sanz (eds.): *Teledetección: Usos y Aplicaciones*. pp. 39-46. Secretaría de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- RINCÓN, L. (1996): «Riego y fertilización de la alcachofa en riego por goteo». Comunicación a las *I Jornadas Técnicas de Alcachofa*. Tudela.
- SUMPSI, J.; GARRIDO, A.; BLANCO, M.; VARELA, C. E IGLESIAS, E. (1998): *Economía y política de gestión del agua en la agricultura*. MAPA/Mundi-Prensa, Madrid.
- SUMPSI, J. y VARELA, C. (2001): «Case study 2: Greenhouse irrigation in Campo de Dalías». En J. Dwyer (coord.): *The Environmental Impacts of Irrigation in the European Union*. pp. 69-79. Dirección General de Medio Ambiente de la Unión Europea, Bruselas.
- UCHE, J.; ALBIAC, J.; VALERO, A.; TAPIA, J. y MEYER, A. (2002): *La rentabilidad del regadío en el Levante ante nuevos recursos hídricos externos*. Colección Documentación Administrativa. Gobierno de Aragón, Zaragoza.
- VERGÉS, J. (1999): «La demande en eau dans la région catalane desservie par ATTL». En B. Barraqué (coord.): *Les demandes en eau en Catalogne: perspective européenne sur le projet d'aqueduc du Rhone a Barcelone*. pp. 17-33. Dirección del Agua. Ministerio de Medio Ambiente, París.

RESUMEN

El uso agrario del agua en las comarcas de Levante y Sureste y el trasvase del Ebro

Este trabajo examina las alternativas a la propuesta del Plan Hidrológico Nacional de transferir 1.050 hm³ de agua desde el Valle del Ebro al Levante y el Sureste, con un coste que probablemente sería superior al billón de pesetas (6.000 millones de €). Los efectos sobre el sector agrario se analizan bajo dos escenarios de gestión de demanda: prohibición de la sobreexplotación de acuíferos y aumento de precios del agua para equilibrar la demanda y la oferta. El aumento de precios del agua tiene un impacto significativo sobre la renta neta de los agricultores, que deberían ser compensados por el aumento de precios. La reducción del uso de agua al subir los precios, evita las transferencias de agua externas a Levante y Sureste.

La viabilidad del trasvase del Ebro que propone el Plan Hidrológico, se ha examinado simulando los efectos del precio del agua de trasvase sobre las comarcas de Levante y Sureste. Los resultados muestran que las dotaciones que asigna el Plan Hidrológico a usos agrícolas y medioambientales en la cuenca del Segura, superan ampliamente la demanda solvente de agua a este precio. En consecuencia, los agricultores continuarán sobreexplotando los acuíferos.

PALABRAS CLAVE: Gestión de demanda de agua, escasez de agua, transferencias de agua.

SUMMARY

Agricultural water use in the counties of the Mediterranean Levante and Southeast and the Ebro Valley water transfer

The study investigates alternatives to the proposal by the Spanish National Hydrologic Plan to divert 1.050 hm³ from the Ebro valley to the Levante and Southeast regions, at a cost that could be above 6 billion euros (6,10⁹ €). The effects on the agricultural sector have been examined by two demand management scenarios: prohibition of aquifer overexploitation and a price raise which balances water demand and supply. The impact of increases in the price of water is large on farmers net revenue, and farmers would have to be compensated for the price increase. The reduction in agricultural water demand substitutes for external water transfers.

The feasibility of diverting water from the Ebro as proposed by the Hydrologic Plan has been examined simulating the price of transferred water by county. Results show that the allocation that the Plan assigns to agricultural and environmental uses in the Segura basin greatly surpasses the *effective demand* of water at this price. Therefore farmers will continue overexploitation of aquifers.

KEYWORDS: Water demand management, water scarcity, water transfers.

a