

LA GESTIÓN DE DEMANDA DE AGUA FRENTE A LA  
POLÍTICA DE OFERTA DEL TRASVASE DEL EBRO

José ALBIAC, Javier TAPIA

Documento de Trabajo 01/2

## RESUMEN

Este estudio demuestra que no es necesario el trasvase del Ebro para solucionar los problemas de escasez de agua de las cuencas de Levante. En el trabajo se examina en primer lugar la alternativa de prohibición de la sobreexplotación de acuíferos sin trasvases externos de agua, y se observa que la pérdida es el 15 por cien de la renta neta de los agricultores.

La segunda alternativa considerada es el incremento del precio del agua de riego en las comarcas de Levante. Un incremento de precio de 20 pta/m<sup>3</sup> reduce las necesidades de trasvase para todos los usos a 379 hm<sup>3</sup> con unas pérdidas moderadas para los agricultores de un 20 por cien de su renta neta. Si el incremento de precios es de 30 pta/m<sup>3</sup>, los usos y disponibilidades de agua en las cuencas de Levante tienden a equilibrarse, y el agua que deja de utilizarse en la agricultura permite cubrir las dotaciones del trasvase previstas en el PHN para uso agrícola y medioambiental, y más de la mitad de la dotación de uso industrial y urbano. El resto de dotación industrial y urbana podría cubrirse mediante desalación y mejora de eficiencia de riego. El impacto sobre el sector agrario de un incremento de 30 pta/m<sup>3</sup> del precio del agua no es excesivo y reduce en un 30 por cien la renta neta de los agricultores de Levante. Esta opción es la preferible desde el punto de vista económico y medioambiental, y puede ir unida a compensaciones a los agricultores de Levante para que acepten voluntariamente el incremento de precios.

Finalmente el estudio muestra la incoherencia de la propuesta de trasvase del Plan Hidrológico Nacional. Las dotaciones que se asignan en el trasvase para agricultura y medioambiente (cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos) no se pueden absorber en el Segura y en algunas comarcas de Alicante, por la falta de rentabilidad de los cultivos que impide el pago de precios de agua elevados. En Almería la capacidad de pago es elevada y muy superior a la dotación del PHN, que es muy escasa e inferior a la sobreexplotación de acuíferos.

## ÍNDICE DE MATERIAS

1. Introducción .....	1
2. El Principio de Sostenibilidad Cuestiona el Plan Hidrológico Nacional .....	3
3. Descripción de la Agricultura de Regadío de Levante .....	8
3.1 La Zona de Estudio .....	8
3.1.1 Comunidad Valenciana .....	8
3.1.2 Comunidad de Murcia .....	11
3.1.3 Provincia de Almería .....	12
3.2 La Sobreexplotación de Acuíferos .....	12
4. El Modelo para el Análisis del Sector Agrario .....	16
4.1 Descripción del Modelo .....	17
4.1.1 Restricciones del modelo .....	18
4.1.2 Estructura del modelo .....	21
4.2 Cálculo de Costes y de Necesidades Hídricas de los Cultivos .....	23
4.2.1 Costes .....	23
4.2.2 Necesidades hídricas de los cultivos .....	28
5. Simulación de los Efectos sobre la Agricultura de las Alternativas de Gestión de Demanda .....	32
5.1 Definición de los Escenarios de Gestión de Demanda .....	33
5.1.1 Gestión de demanda por eliminación de la sobreexplotación de acuíferos .....	33
5.1.2 Gestión de demanda por incremento de los precios del agua de riego .....	34
5.2 Resultados de la Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos .....	37
5.3 Resultados del Incremento de los Precios del Agua de Riego .....	43
5.3.1 Aumento del precio del agua en 10 pta/m <sup>3</sup> .....	47
5.3.2 Aumento del precio del agua en 20 pta/m <sup>3</sup> .....	47
5.3.3 Aumento del precio del agua en 30 pta/m <sup>3</sup> .....	51
5.3.4 Aumento del precio del agua en 40 pta/m <sup>3</sup> .....	55
5.3.5 Aumento del precio del agua en 70 pta/m <sup>3</sup> .....	59
5.3.6 Asignación comarcal del agua del trasvase del Ebro que propone el PHN .....	62
5.3.7 Ingreso medio y margen neto medio .....	66
5.3.8 Utilización de la mano de obra .....	66
5.3.9 Utilización del agua .....	67

6. Resumen y Conclusiones .....	70
6.1 Sostenibilidad del Plan Hidrológico Nacional.....	71
6.2 Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos .....	73
6.3 Aumento del Precio del Agua y Reducción de las Transferencias Externas .....	75
6.3.1 Incremento en 20 pta/m <sup>3</sup> .....	76
6.3.2 Incremento en 30 pta/m <sup>3</sup> .....	77
6.3.3 Inconsistencia de la asignación comarcal del trasvase que propone el PHN.....	79
6.4 Comparación de Resultados con el Plan Hidrológico Nacional .....	80
6.4.1 Renta Neta.....	81
6.4.2 Mano de obra.....	84
6.6 Consideraciones Finales .....	85
Agradecimientos .....	89
Referencias Bibliográficas .....	90

## 1. Introducción

España es un país con unas precipitaciones que tienen una fuerte variación espacial y temporal. El caudal total de los ríos es de 110.100 hm<sup>3</sup>, con una capacidad de embalse de 56.100 hm<sup>3</sup> y un stock medio de agua embalsada de unos 25.000 hm<sup>3</sup>. La demanda consuntiva de agua alcanza los 30.400 hm<sup>3</sup>, que se divide entre 24.100 hm<sup>3</sup> para usos agrícolas, 4.700 hm<sup>3</sup> para usos urbanos, y 1.600 para usos industriales (MIMAM 1998). El regadío es un factor importante para la producción agraria, ya que extensas regiones del país tienen un clima semiárido o subhúmedo. La demanda de agua de riego ha experimentado un fuerte aumento en los últimos decenios, y actualmente representa el 80 por cien de la demanda total de agua. La creciente escasez de agua entre usos alternativos no se refleja en los precios del agua, y los precios de agua de riego son en general excesivamente bajos.<sup>1</sup> En consecuencia las políticas de gestión de agua deberían dar prioridad a la racionalización del uso agrícola del agua. Algunas propuestas de política de gestión de agua plantean medidas de gestión de demanda, como el aumento de los precios del agua para recuperar costes, la introducción de mercados de agua, o la revisión de las concesiones de agua (Sumpsi et al. 1998).

Las nuevas demandas urbanas e industriales, y la creciente sensibilidad medioambiental en relación al aprovisionamiento y utilización del agua, son factores que presionan para que se introduzcan nuevas políticas de gestión del agua. En el actual escenario de escasez de agua, la asignación de agua entre usos alternativos ha creado importantes conflictos entre grupos de usuarios y administraciones regionales, que se complican durante las situaciones de emergencia en los años de sequía.

La escasez de agua es especialmente aguda en las cuencas de Levante, ya que la producción de cultivos hortofrutícolas de alta rentabilidad ha llevado a una fuerte expansión en las últimas décadas de la superficie en regadío y la demanda de agua,<sup>2</sup> y como consecuencia a la sobreexplotación de los acuíferos. Como solución a la creciente escasez en Levante, el Plan Hidrológico Nacional no propone una política de gestión de

---

<sup>1</sup> En la primera encuesta a comunidades de regantes publicada por el INE (2001), el precio medio del agua de riego en España en 1999 era 3,3 pta/m<sup>3</sup>, 3,5 pta/m<sup>3</sup> en la Comunidad Valenciana, 15,5 pta/m<sup>3</sup> en Murcia, y 6,7 pta/m<sup>3</sup> en Andalucía.

<sup>2</sup> En la cuenca del Segura la superficie en regadío es actualmente 266.000 ha, y según datos de teledetección el regadío ocupaba 164.000 ha en 1991 y 80.000 ha en 1975 (Quintanilla et al. 1997).

demanda de agua, sino una política de ampliación de la oferta de agua con una enorme inversión para transferir agua del Valle del Ebro a las zonas de escasez de las cuencas del Júcar, Segura y Sur.

En este trabajo se examinan los efectos sobre la agricultura de medidas de gestión de demanda para solucionar los problemas de escasez de agua en la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia, y la provincia de Almería, comparando la solución de gestión de la demanda de agua mediante precios más elevados con la política de oferta del trasvase del Ebro. El trabajo plantea un análisis de los efectos sobre el sector agrario de ambas soluciones, y se estructura de la siguiente forma; en primer lugar se discute el concepto de sostenibilidad aplicado a los recursos hídricos, a continuación se presenta información sobre la zona de estudio y se describe la metodología e información técnica y económica del modelo utilizado, y posteriormente se exponen los resultados de la simulación de los escenarios considerados. Estos escenarios son el mantenimiento de los bajos precios actuales del agua, lo que implica el agotamiento de los acuíferos o las transferencias de agua de cuencas externas, y la gestión de demanda mediante precios del agua más elevados para reducir la escasez de agua. En la sección final se presenta el resumen y las conclusiones del trabajo.

## **2 El Principio de Sostenibilidad Cuestiona el Plan Hidrológico Nacional**

El concepto de desarrollo sostenible está ligado al aumento del bienestar humano en el tiempo, una idea que procede de la noción de estado estacionario introducida por John Stuart Mill en el siglo XIX. La discusión sobre sostenibilidad se centra en el stock de capital y su interacción con el cambio tecnológico y el crecimiento de la población. El stock de capital está formado por distintos tipos de capital: capital creado por el hombre, capital natural, y capital humano y social. En la sostenibilidad débil, los diferentes tipos de capital son sustituibles, por lo que el requisito de sostenibilidad se cumple siempre que el stock de capital total se mantenga, aunque alguno de los tipos de capital disminuya. En la sostenibilidad fuerte, algún tipo de capital no es sustituible, por lo que se ha de cumplir el requisito de que el stock de capital total se mantenga, y además también se ha de cumplir el requisito de que el stock de capital específico (no sustituible) tampoco disminuya (Pearce 2000).

La lógica del concepto de sostenibilidad fuerte es que gran parte del capital natural provee servicios que no son sustituibles, como la regulación de la composición atmosférica, los valores espirituales del medio natural, y los ciclos de nutrientes. En consecuencia, la preservación de especies importantes es clave para proteger la capacidad de soportar perturbaciones (resiliencia) del medio natural (Hanley et al. 1997). Esta noción de que existen componentes críticos en el stock de capital natural también se utiliza en el enfoque de Common y Perrings (1992) en el que se combinan conceptos de estabilidad ecológica y eficiencia económica. La estabilidad ecológica implica la capacidad del ecosistema de soportar perturbaciones sin perder la autoorganización, y la sostenibilidad económica requiere el mantenimiento del stock de capital total.

Una política de gestión de recursos dirigida al desarrollo sostenible supone aumentar progresivamente el stock de capital. En un enfoque de sostenibilidad débil, es necesario determinar la tasa de retorno de los distintos tipo de capital (creado por el hombre, natural, humano y social), y estas tasas de retorno deben incluir los impactos de mercado y no mercado del uso de recursos. Bajo la sostenibilidad fuerte, son mayores las exigencias de restauración de la degradación de los recursos naturales, pero es difícil aplicar la sostenibilidad fuerte al tener que determinar el grado en que los recursos son

críticos y no sustituibles, y el coste de oportunidad de las medidas de preservación. En un enfoque de sostenibilidad fuerte priman las medidas basadas en cantidades y no las relacionadas con el precio del recurso como impuestos y tasas.

La sostenibilidad aplicada a la gestión de los recursos hídricos implica la protección del capital natural formado por los sistemas hídricos, en el sentido de mantener la funcionalidad ecológica de las cuencas. Las cuencas de la península ibérica, y en particular las cuencas del Ebro y de Levante, han experimentado una grave degradación de su funcionalidad ecológica en las décadas de la segunda mitad del siglo veinte, por la actividad de origen antropogénico. Además, la posibilidad de sustitución por otros tipos de capital disminuye conforme el capital natural se deteriora, lo que impide que la fuerte degradación de la funcionalidad de los sistemas hídricos de las cuencas del Ebro y de Levante, pueda sustituirse por otros tipos de capital. Hoy en día, el problema clave desde una perspectiva sostenible es frenar el deterioro de este capital natural e iniciar la restauración de las funcionalidades de los sistemas hídricos, por lo que el Plan Hidrológico Nacional, en la línea de una nueva política del agua preconizada en el Libro Blanco del Agua, ha de garantizar un enfoque que no provoque una mayor degradación ecológica, sino que asegure el mantenimiento o la mejora de la funcionalidad de los sistemas hídricos.

El Plan Hidrológico Nacional propone transferir agua de la cuenca del Ebro a las cuencas del Levante mediterráneo, y la cuestión esencial es identificar los elementos críticos del capital natural que el trasvase deteriora, y que pueden producir una degradación irreversible de los ecosistemas de la cuenca cedente y las cuencas receptoras.

Los elementos críticos que se pueden identificar en el valle del Ebro son los siguientes: desde los años sesenta el caudal del Ebro muestra una tendencia decreciente debido al aumento en el consumo de agua, y la calidad del agua se ha degradado.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> La aportación del río Ebro en Tortosa en la década de los sesenta superaba casi todos los años los 15.000 hm<sup>3</sup>, mientras que en la mayoría de los años ochenta y noventa la aportación está por debajo de los 10.000 hm<sup>3</sup>. Los datos de aportación entre principios del siglo veinte y la guerra civil confirman esta tendencia decreciente. Uno de los factores que explica este descenso es el aumento del consumo neto de agua que ha pasado de 3.000 hm<sup>3</sup> a comienzos de los sesenta, a 6.000 hm<sup>3</sup> a finales de los noventa (MIMAM 2000a).

Varios tramos tienen graves problemas de calidad por contaminación puntual urbana e industrial, contaminación difusa de actividades agrarias, o escasez de caudal. Estos tramos reciben vertidos de los centros urbanos e industriales de Miranda de Ebro, Logroño y Zaragoza, u otro tipo de contaminación en los tramos aguas abajo del Canal de Lodosa y la presa de Cabriana. La regeneración de estos tramos se produce por la capacidad de autodepuración del río (Confederación Hidrográfica del Ebro 1998). También hay problemas de eutrofización en el medio y bajo Ebro, y de arrastre de sales generado en los regadíos de la cuenca. La capacidad de embalse en el valle del Ebro no ha aumentado desde los años setenta y el trasvase requeriría aumentar la regulación para hacer frente a los períodos plurianuales de sequía, lo que supondría una mayor degradación de las funcionalidades ecológicas del río. Finalmente, un elemento crítico del capital natural que el trasvase deterioraría es el Delta del Ebro, por la disminución del caudal que provocaría una penetración mucho más agresiva de agua salina.

Algunos de los argumentos medioambientales de los expertos en contra del Plan Hidrológico Nacional son: i) el Plan no presenta información sobre el funcionamiento de las cuencas como ecosistemas evaluando su degradación funcional; ii) la evaluación de costes y beneficios de las alternativas del Plan no aparece o carece de un esquema apropiado de análisis; iii) el trasvase provoca la degradación del Delta del Ebro; iv) el trasvase incrementa la regulación en la cuenca del Ebro para asegurar la disponibilidad del agua en los años de sequía, deteriorando aún más la funcionalidad de los sistemas ecológicos de la cuenca; y v) el trasvase sirve para prolongar la insostenibilidad del uso del agua en las cuencas receptoras del Levante mediterráneo, insostenibilidad que podría resolverse con medidas de gestión de demanda que equilibren la provisión y demanda de agua en las cuencas de Levante con sus recursos internos.

Para decidir las actuaciones más apropiadas en el Levante mediterráneo, el Plan Hidrológico Nacional debería considerar los siguientes puntos: la optimización de los sistemas y los usos, la sustitución de los regadíos por otras actividades más rentables, el uso de la desalación, la recuperación de la funcionalidad de los sistemas hídricos en las cuencas actuando sobre la cubierta vegetal y la calidad del agua, la mejora del patrimonio hidráulico de embalses y redes, y la gestión de la demanda de agua para no crear nuevas presiones ambientales como alternativa a la política de aumento de la oferta (Jiménez-Beltrán 2001).

La Unión Europea ha aprobado la Directiva Marco del Agua, que adopta el nuevo enfoque en política del agua preconizado por el Libro Blanco del Agua. La Directiva promueve la unidad de las cuencas, la repercusión completa de costes al usuario incluyendo las externalidades medioambientales, la gestión de la demanda, y la fijación de estándares sobre caudales y flujos de contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas. La Directiva impulsa la aplicación de instrumentos económicos frente a los instrumentos de regulación que tienen costes elevados para los agentes económicos, por lo que se ha establecido el coste completo de recuperación como instrumento económico que evita el despilfarro del recurso y contribuye a reducir la degradación del recurso.

El problema de insostenibilidad del trasvase se deriva de que el recurso hídrico no está valorado por el coste completo de recuperación, que debería incluir el coste medioambiental de provisión del recurso y el coste de contaminación de las aguas de retorno en los usos agrícolas, industriales y urbanos. El precio medio del agua de uso agrario en los sistemas de riego por gravedad en el Levante no supera las 5 pta/m<sup>3</sup> en casi todas las comarcas del Júcar y en algunas comarcas del Segura, y este precio alcanza las 25 pta/m<sup>3</sup> en alguna comarca del Sur. Unos precios tan reducidos fomentan el despilfarro del recurso e impiden las inversiones para mejorar la eficiencia, provocando la escasez artificial del recurso en un mercado racionado y con una asignación basada en mecanismos administrativos. Unos precios del agua de uso agrario algo más elevados reducirían la escasez y el despilfarro, y estimularían la modernización del regadío.

Si la política de apoyo al sector agrario requiere unos precios del agua subvencionados, como ocurre en los países en que la producción en regadío es importante, podría mantenerse un precio del agua subvencionado para la agricultura, pero con unos precios por encima de las 20 pta/m<sup>3</sup> que permitirían el mantenimiento de las actividades agrarias menos rentables como los cereales (Albiac et al. 1998, Berbel et al. 1999, Sumpsi et al. 1998). El mantenimiento de actividades agrarias poco rentables en las cuencas de Levante no pueden justificar la realización del trasvase porque se degrada la funcionalidad ecológica de los sistemas hídricos de la cuenca cedente, se mantienen actividades poco rentables en las cuencas receptoras que suponen costes

medioambientales, y porque las inversiones que supone el trasvase podrían dedicarse a actividades más rentables tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

Este trabajo es un estudio de la demanda de agua de la agricultura en las comarcas de las cuencas del Levante mediterráneo, y su propósito es demostrar que una política de gestión de demanda con precios de agua más elevados soluciona el problema de escasez del recurso sin necesidad de las enormes transferencias entre cuencas que empeoran la situación de insostenibilidad de la cuenca del Ebro y de las cuencas receptoras. Esta solución del problema mediante la gestión de demanda de agua ha sido reiteradamente señalada por los expertos en hidrología, ecología y economía, tanto desde foros universitarios como desde asociaciones de protección del medio ambiente y organizaciones de la administración pública nacionales e internacionales.

### 3 Descripción de la Agricultura de Regadío de Levante

El presente análisis se centra en el estudio de la agricultura de regadío del Levante mediterráneo entre Castellón y Almería, para la que el Plan Hidrológico Nacional propone la aportación de agua desde la cuenca del Ebro como solución a los problemas de sobreexplotación de acuíferos e insuficiencia de riego. El trabajo consiste en estudiar los efectos sobre la agricultura de las alternativas de gestión de demanda de agua. La metodología que se utiliza es la programación lineal con una desagregación comarcal, en la que se incluyen un total de 35 comarcas.<sup>4</sup> 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. Los escenarios que se analizan son los efectos que a nivel comarcal tendría sobre el sector agrario: i) el mantenimiento de los bajos precios actuales del agua, que iría unido al agotamiento de los acuíferos o a la prohibición de la sobreexplotación de los acuíferos; ii) la reducción del exceso de demanda de agua sobre la oferta, como consecuencia de aumentar progresivamente los precios del agua.

#### 3.1 La Zona de Estudio

El área de estudio abarca las zonas receptoras de agua del trasvase del Ebro, que recibirían los siguientes volúmenes para fines agrícolas y medioambientales: 141 hm<sup>3</sup> la Comunidad Valenciana (Confederación del Júcar), 362 hm<sup>3</sup> la Comunidad de Murcia (Confederación del Segura),<sup>5</sup> y 58 hm<sup>3</sup> la provincia de Almería (Confederación del Sur).

##### 3.1.1 Comunidad Valenciana

En la Comunidad Valenciana el regadío supone el 45 por cien de las tierras de cultivo, generando el 70 por cien de la producción final agraria y el 90 por cien de las exportaciones agrarias. El territorio de la Comunidad Valenciana es de 2.326.000 ha, que se distribuye entre tierras de cultivo 758.000 ha (33%), prados y pastizales (4%), terreno forestal (48%) y otras superficies (15%). El regadío tiene una gran importancia

---

<sup>4</sup> En la Comunidad Valenciana se estudian 22 comarcas del total de 34. En Murcia se estudian las 6 comarcas que forman la región. En Almería se estudian 7 de las 8 comarcas.

<sup>5</sup> Incluye la comarca Bajo Segura de Alicante

ya que ocupa 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 cien de la Producción Final Agraria. Las principales producciones del regadío en cada provincia por superficie son: naranjo, mandarino, arroz y melocotonero en Valencia; naranjo, limonero, almendro y viñedo uva de mesa en Alicante; y mandarino 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. En las zonas del litoral y los valles el clima es suave con elevada insolación y suelos muy productivos. La irregularidad de las precipitaciones y la escasez de recursos hídricos son factores que dificultan las actividades de cultivo. La irregularidad de las precipitaciones es tanto espacial como temporal, y aunque la precipitación media es de 450 mm, hay zonas como la Safor que superan los 800 mm y otras como el Bajo Vinalopó con lluvias inferiores a los 250 mm. Los períodos de sequía pueden ser largos y también hay temporales que pueden llegar a ser devastadores. Otras limitaciones son el minifundismo y la excesiva parcelación de las explotaciones. La pequeña dimensión de las explotaciones está ligada 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. La fragmentación de las explotaciones implica la intensificación del uso de los factores de producción en relación al recurso tierra.

Existen zonas con escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos, como Plana Alta y Baja, Bajo Palancia, Serpis, Marina Alta y Baja, Vinalopó y Bajo 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.

Cuadro 3.1. Balance hídrico en las zonas de escasez de la Comunidad Valenciana (hm<sup>3</sup>).

Zonas	Recursos disponibles	Demanda	Balance	
Bajo Maestrazgo – Plana Alta	71	130	-59	
Marina Baixa	35	70	-35	
Vinalopó – Alacantí	234	416	-182	
Vega Baja Segura	245	328	-83	
Comunidad Valenciana	3.148	3.304	Global	Déficit
			-156	-359

La aportación de recursos hídricos y la utilización de agua en la Confederación del Júcar según el Plan de Cuenca, son 3.482 hm<sup>3</sup> de aportación y 2.927 hm<sup>3</sup> de demanda. La Conselleria de Agricultura (1994) ha estimado los recursos hídricos disponibles en 1.413 hm<sup>3</sup> de aguas superficiales, 1.466 hm<sup>3</sup> de aguas subterráneas, y 100 hm<sup>3</sup> de reutilización. Los 160 hm<sup>3</sup> de transferencias externas del trasvase Tajo-Segura asignados a la Comunidad Valenciana nunca se han trasvasado. La Conselleria evalúa globalmente las disponibilidades en 3.148 hm<sup>3</sup> frente a una demanda de 3.304 hm<sup>3</sup> (que no coincide con el Plan de Cuenca), por lo que el déficit global alcanza los 156 hm<sup>3</sup>. También señala que debido a los fuertes déficits locales y considerando separadamente las distintas unidades de explotación, el déficit total es de 427 hm<sup>3</sup> y afecta especialmente al sector agrario. El sector agrario cubre este déficit sobreexplotando los acuíferos y aplicando cantidades de agua inferiores a las necesarias. Los déficits son especialmente acusados en el Vinalopó, sur de Alicante y norte de Castellón. El balance hídrico por zonas de la Comunidad Valenciana se presenta en el cuadro 3.1. Es de destacar el desfase existente entre necesidades y recursos en las provincias de Alicante y Castellón, y las consecuencias para el medioambiente de la sobreexplotación de acuíferos.

Según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar, la demanda total de agua en el horizonte 2012 aumentaría en 455 hm<sup>3</sup> lo que agravaría el desequilibrio entre oferta y demanda de agua. El Plan supone un aumento de la superficie regada del 10 por cien, pero no contempla medidas de gestión de la demanda de agua, como el aumento de precios del agua que reduzca el exceso de demanda de agua y equilibre la oferta y la demanda.

### 3.1.2 Comunidad de Murcia

En la Comunidad de Murcia la superficie en regadío es de 190.000 ha, el 31 por cien 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.

Las producciones de hortalizas y frutales son fundamentales en la agricultura de Murcia. 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 muy bajos. En los nuevos regadíos las explotaciones tienen mayor tamaño, capitalización y nivel tecnológico, y las producciones son los cítricos y frutales de hueso. En el secano el principal cultivo es el almendro.

La cuenca del Segura tiene problemas muy importantes de escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos. La precipitación media anual es de 400 mm con fuerte variación espacial y temporal, la evapotranspiración media de referencia alcanza los 700 mm, y la escurrentía media es de un 15 por cien. El aumento al doble de la superficie de regadío en los últimos treinta años, 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. El cuadro 3.2 muestra que según el Plan Hidrológico Nacional, la diferencia entre aportación y demanda en la cuenca del Segura es de 642 hm<sup>3</sup> y la sobreexplotación de acuíferos es superior a los 200 hm<sup>3</sup>.

### 3.1.3 Provincia de Almería

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 pimiento invernadero, almendro, tomate invernadero, melón invernadero, y judía verde invernadero. El sector agrario tiene una gran importancia en la provincia tanto en valor de la producción como en población activa ocupada y exportaciones. La producción en invernadero alcanza las 30.000 ha y ha experimentado una fuerte expansión en los últimos 20 años en especial en el Campo de Dalías en el que el invernadero ocupa 25.000 ha y en el Campo de Nijar y Bajo Andarax con 4.000 ha de invernadero. Las tecnologías de cultivo son muy sofisticadas tanto en las estructuras de los invernaderos y material de cubierta como en los sistemas de riego, técnicas de control de las condiciones de cultivo y variedades de cultivos.

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 hm<sup>3</sup> con unos recursos disponibles de 207 hm<sup>3</sup> para cubrir una demanda de 433 hm<sup>3</sup>, por lo que el déficit es de 226 hm<sup>3</sup>. No solo 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 y desalación, aumento de los precios del agua, gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas, reutilización, ordenación del territorio, y revegetación.

## 3.2 La Sobreexplotación de Acuíferos

El cuadro 3.2 muestra la estructura de la demanda y las previsiones de necesidades de agua en las cuencas del Júcar, Segura y Sur, según los Planes Hidrológicos de Cuenca, así como las asignaciones previstas de transferencias de agua del Ebro según el Plan Hidrológico Nacional. El balance 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 200 hm<sup>3</sup>, y la asignación de 362 hm<sup>3</sup>

Cuadro 3.2. Demanda y previsiones de necesidades de agua en las cuencas del Júcar, Segura y Sur (hm<sup>3</sup>).

Demanda y aportación según Planes de Cuenca		Aportación		Trasvase del Ebro según Plan Hidrológico Nacional	
Demanda		1 <sup>er</sup> horizonte	2 <sup>o</sup> horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Júcar	2927				300
Segura	1834 (1445 PHN)				420
Sur	1350				100
<b>Cuenca del Júcar</b>					
Situación actual		1 <sup>er</sup> horizonte	2 <sup>o</sup> horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Regadío	2284	2420	2580	296	141 incluye medioamb.
Urbana	563	613	686	123	123
Industrial	80	92	116	36	36
<b>Cuenca del Segura</b>					
Situación actual		1 <sup>er</sup> horizonte	2 <sup>o</sup> horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Regadío	1639	1639	1639	0	362 incluye medioamb.
Urbana	172	180	184	12	43
Industrial	23	38	38	15	15
<b>Cuenca Sur</b>					
Situación actual		1 <sup>er</sup> horizonte	2 <sup>o</sup> horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Regadío	1070	1127	1172	102	58 incluye medioamb.
Urbana	248	283	317	69	} 42 para urbana e industrial
Industrial	32	37	42	10	

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 hm<sup>3</sup> y la asignación del trasvase del Ebro para cese de sobreexplotación e infradotación es de 58 hm<sup>3</sup>.

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.

En el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas se señala que la utilización directa de aguas subterráneas en uso agrario es de unos 3.500-4.500 hm<sup>3</sup> en España, de los que unos 1.725-2.220 hm<sup>3</sup> corresponden al Levante mediterráneo (50%). Este uso agrario en Levante se reparte de la siguiente forma: 900-1.080 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 570-730 en el Segura, y 250-410 en el Sur. Según el Libro Blanco, el déficit por sobreexplotación de acuíferos alcanza 711 hm<sup>3</sup> en toda España, de los que 54 hm<sup>3</sup> corresponden a la cuenca del Júcar, 66 hm<sup>3</sup> al Júcar-Segura, y 69 hm<sup>3</sup> al Sur; es decir cerca del 60 por cien del déficit por sobreexplotación se genera en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Estas cifras de sobreexplotación de acuíferos son distintas de las que aparecen en la documentación del Plan Hidrológico Nacional.

Los problemas que genera la sobreexplotación de acuíferos son la salinización por intrusión marina o intrusión salina, la reducción de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, la degradación de la calidad del agua con menor capacidad de absorber las emisiones por contaminación puntual (residuos urbanos e industriales) y contaminación difusa (abonado, sales y fitosanitarios de la agricultura), la desaparición

del caudal ecológico de los cursos de agua, la reducción de las superficies de humedales, y los hundimientos del terreno.

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 hm<sup>3</sup> y afecta en especial a las comarcas de la Plana Alta y Baja, Ribera Baja, la Safor, Marina Baja, y Vinalopó-Alicanti. En las comarcas de Murcia y Alicante de la cuenca del Segura la sobreexplotación se ha estimado en 226 hm<sup>3</sup>, y afecta en especial a las comarcas de Valle de Guadalentín, Nordeste-Altiplano, Vega del Segura, Campo de Cartagena y Bajo Segura. En las comarcas de Almería de la cuenca Sur la sobreexplotación se ha estimado en 71 hm<sup>3</sup>, y afecta a las comarcas de Campo Dalías, Campo Nijar y Bajo Andarax, y Bajo Almanzora.

#### 4 El Modelo para el Análisis del Sector Agrario

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.<sup>6</sup>

En el problema de optimización que se plantea en las zonas de levante 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, agua de riego por meses y mano de obra por meses. Las actividades de cultivo consideradas son las de mayor importancia en la zona 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 climatológicos del Instituto Nacional de Meteorología y datos técnicos de centros de investigación agraria de las regiones de Valencia, Murcia y Andalucía.

El trabajo analiza los principales cultivos en regadío en la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia, y la provincia de Almería. En la Comunidad Valenciana se estudian las 22 comarcas con mayor superficie de riego que representan el 96 por cien del total de regadío. En la Comunidad de Murcia se estudian todas las comarcas, y en la provincia de Almería todas las comarcas excepto los Vélez (98% del regadío). En cada provincia se han seleccionado los cultivos más importantes por lo que la superficie de

---

<sup>6</sup> El modelo utilizado es similar al empleado en Albiac et al. (1998).

Cuadro 4.1. Esquema de la Programación Lineal

Actividades	$X_1$	$X_2$	.....	$X_n$	Disponibilidad recursos
Función objetivo (maximizar)	$C_1$	$C_2$	.....	$C_n$	
Restricciones de recursos					
1	$a_{11}$	$a_{12}$	....	$a_{1n}$	$b_1$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$	$b_2$
.					
m	$a_{m1}$	$a_{m2}$	.....	$a_{mn}$	$b_m$

regadío estudiada sobre el total es el 94 por cien en la Comunidad Valenciana, el 80 por cien en la Comunidad de Murcia, y el 86 por cien en la provincia de Almería.

#### 4.1 Descripción del Modelo

El modelo propuesto tiene la estructura que se muestra en el cuadro 4.1 para cada comarca de la zona de estudio. 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 los agricultores siguen este criterio al asignar el uso del suelo entre las distintas actividades. En algunos estudios se utiliza el margen bruto, con frecuencia debido a falta de información de costes, pero en este trabajo se utiliza el margen neto ya que se considera importante incluir como costes las amortizaciones y los costes indirectos.

La función objetivo se define mediante la expresión,

$$Max F = c' \cdot x$$

donde  $c'$  representa el vector de coeficientes de margen neto de la función objetivo, y  $x$  el vector de superficie cultivada de las actividades de producción. Los coeficientes de la función objetivo indican el incremento de la función objetivo al aumentar en una unidad la superficie cultivada de la correspondiente actividad de cultivo.

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. 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. 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. En la sección 4.2.1 se muestra el cálculo de los costes de los cultivos.

#### 4.1.1 Restricciones del modelo

Las restricciones del modelo incorporan información sobre la disponibilidad de recursos en relación al suelo, el agua y la 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. La asignación de suelo a los cultivos en las restricciones debe ser menor o igual que la superficie disponible de la comarca.

Estas restricciones de suelo se expresan como sigue:

$$\sum X_{sj} \leq b_s$$

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

El procedimiento para calcular las disponibilidades de agua en cada comarca es el siguiente: la necesidad hídrica bruta de un cultivo es la cantidad de agua de riego en metros cúbicos que consume una hectárea de cultivo, calculada para el año de referencia 1998. 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 total de agua de riego en la comarca. A este consumo total de agua en la comarca es a lo que se denomina disponibilidad de agua de riego en la comarca, ya que es el agua de que disponen los agricultores para las actividades de cultivo. Por ejemplo, el limonero en la comarca de Bajo Segura de Alicante consume 8.180 m<sup>3</sup>/ha-

año en riego por superficie y 5.450 m<sup>3</sup>/ha-año en riego localizado. Multiplicando los consumos mensuales por hectárea por la superficie que ocupa el limonero en riego por superficie y en riego localizado se obtiene el consumo mensual de agua del limonero en la comarca. La suma de los consumos mensuales de todos los cultivos es igual al 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 riego por inundación y 0,9 riego localizado). La necesidad hídrica neta es igual a la evapotranspiración del cultivo menos la precipitación, y la evapotranspiración del cultivo se calcula multiplicando la evapotranspiración de referencia por los coeficientes de cultivo  $K_c$ . La evapotranspiración de referencia se obtiene de los datos meteorológicos comarcales. El procedimiento de cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos se presente en la sección 4.2.2.

Las restricciones de agua se formulan como sigue:

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

donde  $A_{jm}$  representa la matriz de necesidades de agua de riego mensual del cultivo  $j$ ,  $X_j$  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* utilizada 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:

$$\sum O_{jm} \cdot X_j \leq b_{om}$$

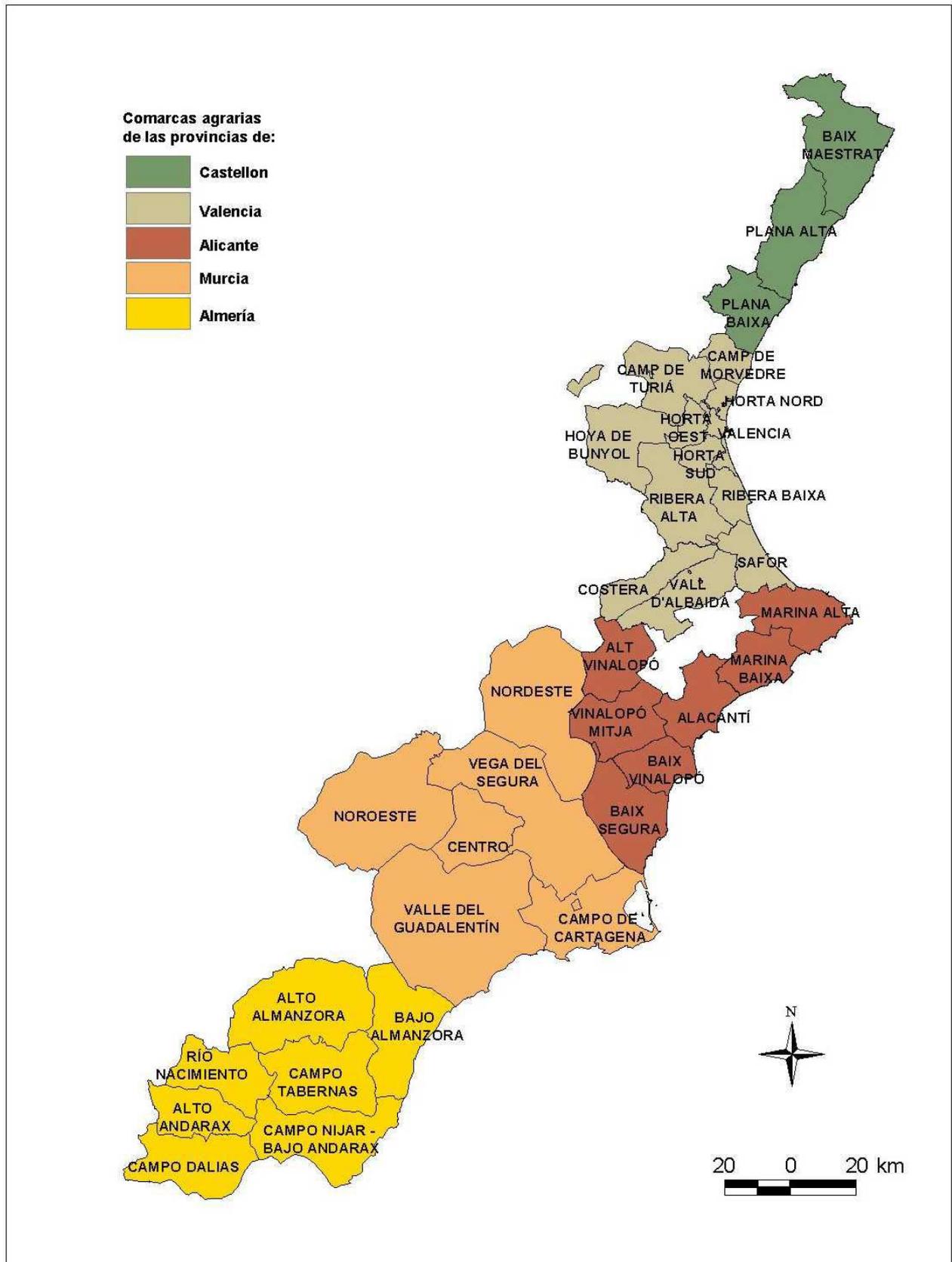
donde  $O_{jm}$  representa la mano de obra mensual necesaria por unidad de actividad  $X_j$ , y  $b_{om}$  es la cantidad de mano de obra por comarca disponible mensualmente.

#### 4.1.2 Estructura del modelo

Se ha construido un programa lineal por comarca para las treinta y cinco comarcas con mayor superficie de regadío, del total de cuarenta y ocho comarcas de las regiones de Valencia, Murcia y Almería. Las comarcas de Castellón son Baix Maestrat, Plana Alta y Plana Baixa; las de Valencia son Camp de Túria, Camp de Morvedre, Horta Nord, Horta Oest, Valencia, Horta Sud, Hoya de Buñol, Ribera Alta, Ribera Baixa, Costera, Vall d'Albaida y Safor; las de Alicante son Alt Vinalopó, Vinalopó Mitja, Marina Alta, Marina Baixa, Alacantí, Baix Vinalopó y Baix Segura; las de Murcia son Nordeste-Altiplano, Noroeste, Centro-Río Mula, Vega del Segura, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena; las de Almería son Alto Almanzora, Bajo Almanzora, Río Nacimiento, Campo Tabernas, Alto Andarax, Campo Dalías y Campo Nijar-Bajo Andarax (Figura 4.1).

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).

Figura 4.1. Mapa de las comarcas en la zona de estudio.



## **4.2 Cálculo de Costes y de Necesidades Hídricas de los Cultivos**

### **4.2.1 Costes**

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a través de la Subdirección General de Análisis Económico y Evaluación de Programas, realiza anualmente una serie de estudios sobre la economía de los sistemas de producción, analizando los costes y rentabilidad de múltiples cultivos y actividades ganaderas en las Comunidades Autónomas (MAPA 1999). Estos datos permiten comparar los resultados económicos para los diferentes cultivos. La integración de esta información a nivel autonómico y nacional permite estudiar las características estructurales de las explotaciones y la formación de sus costes de producción y rentabilidad. Se han mantenido las partidas de costes de las publicaciones del Ministerio de Agricultura, cuyo estructura es la siguiente: de los ingresos (incluidas subvenciones) se restan los costes directos, los costes de maquinaria y los costes de mano de obra asalariada, para obtener el margen bruto. Del margen bruto se restan los costes indirectos pagados y las amortizaciones y se obtienen el margen neto, que es el criterio de asignación de cultivos que se ha utilizado en el modelo.

El coste directo incluye los costes relativos a semillas y plantas, fertilizantes, productos fitosanitarios y otros suministros. El coste de maquinaria es el coste de los trabajos contratados, carburantes y lubricantes, y reparaciones y repuestos. El coste de la mano de obra comprende la mano de obra asalariada específica y general. Los costes indirectos pagados recogen las cargas sociales, seguros, intereses y gastos financieros, canon de arrendamiento, contribuciones e impuestos, y otros gastos generales. Las amortizaciones incluyen la amortización de los cultivos permanentes y otras amortizaciones. El margen neto incluye otros costes, que si se restan del margen neto permiten obtener el beneficio. Estos costes son la renta de la tierra, los intereses de otros capitales propios y la mano de obra familiar.

A partir de esta información y de otros trabajos monográficos de costes sobre la zona de estudio, se han elaborado los costes para las hortalizas, los frutales y los cereales. La selección de cultivos se ha realizado según la importancia del cultivo a

Cuadro 4.2. Costes y márgenes de los cultivos en pesetas por hectárea

	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos	Costes directos	Costes maquinaria y asalariados	Costes indirectos y amortizaciones	Margen neto
Alcachofa	19.000	1.540.745	462.814	314.973	153.723	609.235
Lechuga	33.500	1.558.868	508.691	524.915	295.996	229.266
Brócoli	26.500	1.722.500	367.352	227.606	15.106	1.112.436
Cebolla	53.000	1.126.700	389.300	286.800	55.300	395.300
Tomate aire libre	83.000	4.305.461	328.634	113.686	205.102	3.658.039
Tomate invernadero	125.000	6.484.128	761.035	321.739	316.949	5.084.405
Judía verde aire libre	12.000	2.434.775	229.700	316.000	318.500	1.570.575
Judía verde invernadero	20.000	4.059.000	472.000	1.385.900	624.153	1.576.747
Sandía aire libre	52.000	1.556.400	443.100	283.600	226.500	603.200
Sandía invernadero	54.000	1.616.200	296.800	110.900	259.900	948.600
Melón aire libre	29.000	1.575.000	755.582	396.319	65.360	357.739
Melón invernadero	49.500	2.130.250	761.035	107.246	316.949	945.020
Pimiento invernadero	87.000	8.506.734	2.299.444	1.802.053	786.051	3.619.186
Calabacín invernadero	62.500	4.327.500	1.011.700	794.300	624.200	1.897.300
Pepino invernadero	84.000	5.412.600	1.077.700	1.153.100	265.900	2.915.900
Patata	22.000	626.341	191.156	156.180	102.864	176.141
Uva de mesa	20.000	1.742.380	195.587	389.443	280.400	876.950
Uva vinificación	7.100	370.284	41.150	81.883	59.100	188.151
Limónero	18.000	939.000	399.319	127.427	59.373	352.881
Naranja	26.000	922.730	259.071	123.178	185.141	355.340
Mandarino	30.500	1.366.791	238.890	123.120	197.820	806.961
Melocotonero	13.500	1.097.092	186.135	138.561	195.209	577.187
Albaricoquero	10.500	733.914	159.302	184.098	261.889	128.625
Almendro	1.600	233.118	32.011	64.024	49.473	87.610
Olivar aceituna de mesa	3.900	408.100	44.200	191.700	36.700	135.500
Arroz	7.700	442.937	70.400	39.700	26.100	306.737
Cebada	3.000	96.193	34.800	15.200	24.800	21.393
Maíz	7.500	245.062	90.000	20.000	35.200	99.867
Alfalfa	15.000	293.565	51.700	53.900	32.900	155.065
Trigo	4.700	153.317	37.700	14.800	46.700	54.117
Girasol	1.500	115.219	29.600	24.400	25.100	36.119

Fuentes: Subdirección de Análisis Económico, MAPA; Siecocos Consultores; P. Caballero et al.; J. Calatrava et al.

nivel provincial. En hortalizas se han seleccionado en cultivo al aire libre: alcachofa, lechuga, tomate, melón, brócoli, cebolla, sandía, judía verde y patata; y en cultivo protegido: tomate, melón, pimiento, calabacín, judía verde, pepino y sandía. Los frutales elegidos han sido limonero, naranjo, mandarino, melocotonero, almendro, viñedo de uva y de vinificación, albaricoquero y olivar aceituna de aceite. En cereales se han seleccionado maíz, arroz, cebada, trigo, y también se ha incluido el girasol y la alfalfa. El cuadro 4.2 muestra los ingresos, márgenes y las partidas de costes de los distintos cultivos, elaborados con los rendimientos de la provincia en que el rendimiento del cultivo es más elevado.

### Cultivos hortícolas

#### Alcachofa

La alcachofa tiene un margen neto de 610.000 pta/ha que corresponde a un rendimiento medio de 19.000 kg/ha en Murcia. La alcachofa tiene unos costes directos de 463.000 pta/ha, unos costes de maquinaria y salarios pagados de 315.000 pta/ha, y unos costes indirectos pagados y amortizaciones de 154.000 pta/ha.

#### Lechuga

El rendimiento medio de este cultivo en Murcia es de 33.500 kg/ha con un margen neto de 230.000 pta/ha. Los mayores costes son los costes de maquinaria y salarios pagados, y los costes directos que superan ambos las 500.000 pta/ha. Los costes indirectos pagados y las amortizaciones alcanzan las 300.000 pta/ha.

#### Brócoli

El rendimiento medio del brócoli en Murcia es de 26.500 kg/ha y este cultivo tiene un margen neto elevado de 1.100.000 pta/ha. Los principales costes son los costes directos (370.000 pta/ha) y los costes de maquinaria y asalariados (230.000 pta/ha).

#### Cebolla

En Valencia, el rendimiento de la cebolla es de 53.000 kg/ha, lo que supone un margen neto de unas 400.000 pta/ha, unos costes directos de 390.000 pta/ha y unos costes de maquinaria y salarios pagados de 290.000 pta/ha.

#### Tomate de invernadero y al aire libre

Este cultivo es una actividad muy rentable. En Alicante, el tomate de invernadero alcanza un rendimiento medio de 125.000 kg/ha y un margen neto superior a los cinco millones de pesetas, y el tomate al aire libre tiene un rendimiento medio de 83.000 kg/ha y un margen neto por encima de los tres millones y medio de pesetas. El cultivo del tomate es la actividad más rentable entre las producciones hortícolas y frutales. La suma de costes directos, de maquinaria y asalariados, e indirectos pagados y amortización es inferior a otros cultivos equiparables como el pimiento de invernadero o la lechuga al aire libre. El tomate de invernadero tiene unos elevados costes directos cercanos a las 800.000 pta/ha, mientras que los costes directos del tomate al aire libre son de 330.000 pta/ha.

#### Judía verde de invernadero y al aire libre

El cultivo de judía verde tiene un margen neto elevado cercano a 1.600.000 pta/ha tanto al aire libre en Alicante, como en invernadero en Almería. En invernadero el mayor coste es el de maquinaria y asalariados que supone cerca de 1.400.000 pta/ha.

#### Sandía de invernadero y al aire libre

El margen neto de este cultivo está entre medio millón para sandía al aire libre en Valencia y un millón para sandía de invernadero en Almería. El principal grupo de costes es el de costes directos.

#### Melón de invernadero y al aire libre

Los rendimientos más elevados del cultivo del melón se obtienen en Murcia tanto en invernadero (50.000 kg/ha) como en aire libre (29.000 kg/ha). El margen neto del melón de invernadero es de 900.000 pta/ha que se reduce a 360.000 pta/ha para el melón al aire libre.

#### Pimiento invernadero

La producción de pimiento en invernadero ha tenido una buena rentabilidad en los últimos años. El margen neto es elevado y alcanza en Murcia casi los 4 millones de pesetas. Los costes de producción son altos, y la suma de costes directos y costes de

maquinaria y salarios pagados alcanza los 4,1 millones por hectárea. Los costes indirectos pagados y amortizaciones suman casi 800.000 pesetas por hectárea. Las técnicas de cultivo especiales que se utilizan permiten obtener un rendimiento medio en Murcia de 87.000 kg/ha, consiguiéndose unos elevados márgenes netos.

#### Calabacín y pepino de invernadero

El calabacín de invernadero tiene un rendimiento de 63.000 kg/ha en Almería y un margen neto cercano a los 2 millones de pesetas. El pepino de invernadero tiene un rendimiento de 84.000 kg/ha en Almería y un margen neto elevado de 3 millones de pesetas. Los principales grupos de costes en estos dos cultivos son los costes directos y los costes de maquinaria y asalariados.

#### Patata

En este cultivo destacan las amortizaciones de la maquinaria específica que se utiliza (plantadora de tubérculos y extractora de patatas). La rentabilidad está ligada al precio, que depende de lo temprano que se realice la comercialización y de los excedentes en almacén de patata cosechada la campaña precedente. También destaca la importancia de la mano de obra sobre los costes. El rendimiento medio en Murcia es de 22.000 kg/ha, con un margen neto cercano a las 180.000 pta/ha.

#### Frutales

Se han seleccionado las principales producciones de frutales de la zona, distinguiendo entre frutales no cítricos (almendro, viñedo de uva de mesa y de vinificación, melocotonero y albaricoquero) y frutales cítricos (mandarino, naranjo y limonero).

#### Frutales no cítricos

La uva de mesa y el melocotonero tienen márgenes netos elevados cercanos a las 800.000 pta/ha. En Murcia, el rendimiento medio de la uva de mesa es de 20.000 kg/ha, y el rendimiento del melocotonero es de 13.500 kg/ha. El margen de la uva de vinificación es de unas 190.000 pta/ha, el del albaricoquero y el olivar es de unas 130.000 pta/ha, y el del almendro es inferior a las 100.000 pta/ha.

## Frutales cítricos

El mandarino es el cultivo con mayor margen neto, de unas 800.000 pta/ha. El limonero y el naranjo tienen márgenes más pequeños, de alrededor de 350.000 pta/ha. Los rendimientos medios son de 30.500 kg/ha para el mandarino en Murcia, de 18.000 kg/ha para el limonero en Alicante, y de 26.000 kg/ha para el naranjo en Castellón.

## Cereales, alfalfa y girasol

El arroz, la alfalfa y el maíz son los cereales con mayor margen neto, 307.000, 156.000 y 92.000 pta/ha, respectivamente. El rendimiento medio del arroz es de 7.700 kg/ha en Valencia, y el rendimiento medio de la alfalfa y el maíz en Alicante es de 15.000 y 7.500 kg/ha, respectivamente. Estos cultivos tienen costes superiores al resto de los cereales.

### **4.2.2 Necesidades hídricas de los cultivos**

Existen distintos métodos para el cálculo de la evapotranspiración (ET) de los cultivos que han propuesto distintos autores. En este trabajo se ha utilizado el procedimiento de Martínez-Cob et al. (1998), que utiliza las variables temperatura máxima y mínima, precipitación y radiación atmosférica con periodicidad diaria. Los datos de evapotranspiración se han calculado para cada comarca, seleccionando una estación meteorológica en cada comarca y recogiendo los datos del año 1998, que es el año de referencia del estudio. Las necesidades hídricas de los cultivos se calculan a partir de la información sobre la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ), los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ), la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ), y la precipitación efectiva (PE). A partir de esta información se calculan las necesidades hídricas netas del cultivo ( $NH_n$ ) y las necesidades hídricas brutas del cultivo ( $NH_b$ )

A partir de la información disponible se ha calculado la  $ET_0$  por el método de FAO Hargreaves (Allen et al. 1998), que define la  $ET_0$  como:

$$ET_0 = 0,0023 (T_m + 17,8) (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} R_a$$

donde  $ET_0$  es la evapotranspiración de referencia diaria en  $\text{mm} \mid \text{día}^{-1}$ ,  $T_m$  es temperatura media del aire,  $T_{\max}$  es la temperatura máxima,  $T_{\min}$  es la temperatura mínima, y  $R_a$  es la radiación atmosférica en  $\text{W} \mid \text{m}^{-2}$ .<sup>7</sup>

Los coeficientes de cultivo  $K_c$  han sido facilitados por investigadores de los siguientes centros de investigación agraria: IVIA en Valencia y CIDA y CEBAS en Murcia. Dada la  $ET_0$  y disponiendo de los  $K_c$ , se calcula la  $ET_c$  multiplicando la  $ET_0$  por los  $K_c$ .

$$ET_c = ET_0 \mid K_c$$

La  $ET_c$  es la necesidad hídrica del cultivo para su desarrollo óptimo, y representa la cantidad de agua que debe existir en la zona radical de un cultivo para satisfacer su demanda evaporativa. La precipitación efectiva (PE) es la cantidad de agua aportada por la lluvia que sirve para satisfacer las necesidades de consumo de agua del cultivo o la  $ET_c$  del cultivo. Para calcularla se ha empleado el método del Servicio de Conservación de Suelos del USDA, y la ecuación utilizada es la siguiente (Cuenca 1989):

$$PE = f(D) \mid [ 1,25 P^{0,824} - 2,93 ] \mid 10^{0,000955 \mid ET_c}$$

donde PE es la precipitación efectiva mensual en  $\text{mm} \mid \text{mes}^{-1}$ ,  $f(D)$  es la función correctora para un déficit de humedad en el suelo diferente de 75 mm (para D igual a 75mm,  $f(D)$  es 1), P es la precipitación total mensual en  $\text{mm} \mid \text{mes}^{-1}$ ,  $ET_c$  es la evapotranspiración del cultivo mensual en  $\text{mm} \mid \text{mes}^{-1}$ .

La necesidad hídrica neta,  $NH_n$ , es la cantidad de agua que se ha de suministrar a la zona radical del cultivo mediante el riego. La  $NH_n$  se ha calculado para cada mes del año 1998, que es el año de referencia, y es la diferencia de la  $ET_c$  y la PE.

---

<sup>7</sup> El método FAO Hargreaves sobreestima ligeramente la evapotranspiración de referencia, por lo que la evapotranspiración calculada se ha ajustado multiplicándola por el coeficiente 0,8.

$$NH_n = ET_c - PE$$

Una vez determinadas las  $NH_n$ , se calculan las necesidades brutas de agua de riego de los cultivos ( $NH_b$ ) para el año 1998.  $NH_b$  es la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar a pie de parcela para que, tras descontarse las pérdidas de agua debido a la ineficiencia del sistema de riego, la cantidad de agua que realmente se almacene en la zona radical sea igual a la  $NH_n$  del cultivo. La  $NH_b$  es el cociente entre la  $NH_n$  y la eficiencia de riego de cada sistema de riego  $E_r$ .

$$NH_b = NH_n / E_r$$

donde  $NH_b$  es la necesidad bruta de riego mensual del cultivo en  $mm | mes^{-1}$ ,  $NH_n$  es la necesidad hídrica neta mensual en  $mm | mes^{-1}$ , y  $E_r$  es la eficiencia del riego en tanto por uno (0,6 en riego por inundación y 0,9 en riego localizado).

El cuadro 4.3 muestra el cálculo de las necesidades de riego (necesidades hídricas brutas) para 1998, de los cultivos estudiados en el caso de la comarca del Bajo Segura (Alicante), para los sistemas de riego por inundación y localizado. Los cultivos que demandan más agua de riego son la alfalfa y el maíz con volúmenes superiores a los  $10.000 m^3/ha$ . La patata, tomate aire libre, melocotonero, mandarino y limonero demandan volúmenes cercanos a los  $10.000 m^3/ha$  en riego por inundación y  $6.000 m^3/ha$  en riego localizado. Los cultivos con menor demanda de agua son lechuga, brócoli, judía verde, melón invernadero y pimiento invernadero.

Cuadro 4.3. Agua aplicada en el Bajo Segura según el sistema de riego en m<sup>3</sup>/ha (1998).

Necesidades hídricas brutas en la comarca del Bajo Segura en 1998	Inundación (m <sup>3</sup> /ha)	Localizado (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Alcachofa</i>	7.190	4.794
<i>Lechuga</i>	1.314	876
<i>Brócoli</i>	1.286	858
<i>Judía verde</i>	3.480	2.320
<i>Tomate aire libre</i>	9.769	6.513
<i>Melón aire libre</i>	7.188	4.792
<i>Tomate invernadero</i>	-	6.040
<i>Melón invernadero</i>	-	3.576
<i>Pimiento invernadero</i>	-	3.189
<i>Patata</i>	10.294	6.862
<i>Viñedo uva de mesa</i>	6.420	4.280
<i>Viñedo uva para vino</i>	6.420	4.280
<i>Limonero</i>	7.523	5.015
<i>Naranja</i>	8.930	5.954
<i>Mandarino</i>	8.930	5.954
<i>Melocotonero</i>	9.460	6.307
<i>Albaricoquero</i>	8.000	5.333
<i>Almendra</i>	6.814	4.543
<i>Cebada</i>	5.835	-
<i>Maíz</i>	10.573	-
<i>Alfalfa</i>	13.138	-
<i>Trigo</i>	6.542	-
<i>Girasol</i>	8.836	-

## **5 Simulación de los Efectos sobre la Agricultura de las Alternativas de Gestión de Demanda**

Para determinar los efectos sobre la agricultura de las alternativas de gestión de demanda de agua se simulan con el modelo los siguientes escenarios: en un primer escenario se mantienen los bajos precios actuales del agua, lo que provoca que la demanda de agua siga siendo mayor que la oferta, y no hay 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 consiste en la reducción de agua disponible en un volumen correspondiente a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas de estudio, analizando 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.

Un segundo grupo de escenarios plantea el progresivo incremento de los precios del agua, con lo que el exceso de demanda de agua sobre la oferta se va reduciendo. Se pretende determinar el precio del agua para que la demanda global de agua en las cuencas de Levante (Júcar, Segura y Sur) se iguale a la oferta disponible. Una vez que se alcanza el equilibrio entre la oferta y la demanda global a un precio del agua más elevado, se podría transferir agua desde las comarcas en que disminuye la utilización de agua por tener cultivos menos rentables hacia las comarcas especializadas en cultivos más rentables en que se mantiene la utilización de agua al subir el precio, o dicho en otros términos reasignar los excesos de oferta mediante transferencias internas de agua a las zonas en que persista la escasez, 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 cultivos.

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 cuales son las comarcas especializadas en cultivos rentables y cual es el volumen de agua de trasvase que pueden absorber a precios elevados.

La simulación de este segundo grupo de escenarios consiste en el progresivo aumento de los precios del agua hasta un incremento de 70 pta/m<sup>3</sup>, que es el aumento de coste que puede tener el agua del trasvase del Ebro para las explotaciones de los agricultores. En la simulación se examina el impacto del incremento de precios del agua sobre la producción agrícola, 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.

## **5.1 Definición de los Escenarios de Gestión de Demanda**

### **5.1.1 Gestión de demanda por eliminación de la sobreexplotación de acuíferos**

En el primer escenario de mantenimiento de los actuales bajos precios del agua, se supone que se elimina la sobreexplotación de los acuíferos, y que por tanto se reduce el uso de agua en la agricultura. 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

(MOPTMA 1995), y de publicaciones del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Valencia. Se han identificado las zonas que corresponden a los acuíferos sobreexplotados, y se ha reducido la disponibilidad de agua en los volúmenes correspondientes a la sobreexplotación. Estos volúmenes alcanzan 157 hm<sup>3</sup> en las comarcas de la Comunidad Valenciana de la Confederación del Júcar, 226 hm<sup>3</sup> en los acuíferos de las comarcas de Murcia y Alicante en la Confederación del Segura, y 71 hm<sup>3</sup> en los acuíferos de las comarcas de Almería en la Confederación del Sur (Cuadros 5.1 y 5.2).

### **5.1.2 Gestión de demanda por incremento de los precios del agua de riego**

En el segundo grupo de escenarios se plantea como medida de gestión de la demanda de agua el progresivo incremento de los precios del agua, lo que reduce el exceso de demanda de agua sobre la oferta. Los precios del agua se incrementan significativamente sobre los precios pagados en la actualidad hasta alcanzar las 75 pta/m<sup>3</sup>. La razón de considerar este precio como límite superior, es que el Plan Hidrológico Nacional señala que los precios del agua del trasvase del Ebro serán de unas 55 pta/m<sup>3</sup> en la red primaria, lo que puede suponer unas 75 pta/m<sup>3</sup> en parcela de las comunidades de regantes. Conforme aumente el precio del agua se reducirá la demanda, y en algunas comarcas se liberará agua disponible para ser transferida a otras comarcas en las que persista la escasez. A precios de agua elevados, estas transferencias internas entre comarcas de las cuencas de Levante pueden solucionar el problema de escasez sin recurrir al agua del 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 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

Cuadro 5.1.1. Sobreexplotación de los acuíferos en las comarcas de la Confederación del Júcar

Código de comarca	Nombre de la comarca	Volumen sobreexplotación acuíferos (hm <sup>3</sup> )	Agua demandada cultivos estudiados (hm <sup>3</sup> )	Agua demandada todos cultivos (hm <sup>3</sup> )	Porcentaje volumen de 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
13	Horta Nord – Valencia	3	57	66	4
16	Horta Sud – Valencia	2	65	96	2
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
	<b>Confederación del Júcar</b>	<b>157</b>	<b>1031</b>	<b>1258</b>	<b>12</b>

Cuadro 5.2. Sobreexplotación de los acuíferos en las comarcas de la Confederación del Segura y la Confederación del Sur.

Código de comarca	Nombre de la comarca	Volumen sobreexplotación acuíferos (hm <sup>3</sup> )	Agua demandada cultivos estudiados (hm <sup>3</sup> )	Agua demandada todos cultivos (hm <sup>3</sup> )	Porcentaje volumen de sobreexplotación sobre demanda todos cultivos
1	Nordeste o Altiplano – Murcia	45	79	111	40
2	Noroeste – Murcia	1	43	70	1
3	Centro o Río Mula – Murcia	3	26	29	10
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	El Bajo Segura – Alicante	26	259	307	8
	<b>Confederación del Segura</b>	<b>226</b>	<b>893</b>	<b>1.100</b>	<b>20</b>
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
	<b>Confederación del Sur</b>	<b>71</b>	<b>125</b>	<b>139</b>	<b>51</b>
	<b>Suma comarcas con sobreexplotación en el Júcar, Segura, y Sur</b>	<b>454</b>	<b>2.049</b>	<b>2.497</b>	<b>18</b>

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 solo 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/m<sup>3</sup> a otros grupos de usuarios no agrarios del agua del trasvase. La subvención cubriría la diferencia entre las 75 pta/m<sup>3</sup> del coste en parcela del agua del trasvase, y el precio del agua de riego que pagan actualmente los agricultores.

## **5.2 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 distintas 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 los cuadros 5.1 y 5.2. La sobreexplotación en las comarcas de Castellón es 6 hm<sup>3</sup> 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 Nordeste (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.

El cuadro 5.3 muestra los resultados de la eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. En las comarcas en las que hay sobreexplotación de acuíferos, la reducción media de agua disponible es del 18 por cien (Cuadro 5.2).<sup>8</sup> Esta reducción provoca una disminución de la superficie cultivada en el conjunto de las tres cuencas de 72.500 ha (-17%) y del 19 por cien de la mano de obra. La caída del valor de la producción en 112.600 millones (-22%), y del margen neto en 50.600 millones (-22%) afecta especialmente a Almería.

En el Júcar y el Segura, 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 (4% en el Júcar hasta 0,95 millones/ha, y 5% en el Segura hasta 1,12 millones/ha) como el margen neto por hectárea (5% en el Júcar hasta 466.000 pta/ha, y 6% en el Segura hasta 472.000 pta/ha). Por el contrario en el Sur, 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 por cien, lo que reduce tanto el ingreso medio por hectárea (-23% hasta 2,28 millones pta/ha) como el margen neto por hectárea (-21% hasta 1,14 millones pta/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

---

<sup>8</sup> La suma del volumen de sobreexplotación de acuíferos en todas estas comarcas es 454 hm<sup>3</sup>, de los que 373 hm<sup>3</sup> corresponden a los cultivos estudiados.

Cuadro 5.3. Escenario de eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de Levante por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.584	350.113	223.720	205.161	154.573	118.175	44.291	26.776
Cereales (ha)	32.204	24.212	21.619	18.899	10.585	5.313	0	0
Leñosos (ha)	301.469	262.950	180.616	165.143	105.914	85.876	14.939	11.931
Hortalizas aire libre (ha)	57.969	46.677	20.016	19.695	33.063	23.348	4.890	3.633
Hortalizas invernadero (ha)	30.942	16.274	1.469	1.424	5.010	3.638	24.463	11.212
Valor de la producción (millones)	500.087	387.454	204.555	194.825	164.580	131.723	130.952	60.906
Margen neto (millones)	232.556	181.987	99.575	95.593	68.493	55.790	64.488	30.603
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	2.657	2.262	1.573	1.442	893	698	191	122
Uso mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	246.221	198.442	112.633	105.385	85.778	55.790	47.810	23.668
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.107	914	950	1.065	1.115	2.956	2.275
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	188	171	130	135	184	189	687	499
Margen neto por ha (miles pta/ha)	550	520	445	466	446	472	1.450	1.143
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	88	80	63	66	77	80	337	250

Cuadro 5.4. Escenario de eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de Levante por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación
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)	44.367	42.274	123.355	119.127	66.494	62.357	134.919	102.789	130.952	60.906
Margen neto (millones)	24.199	23.429	57.161	55.485	30.531	28.691	56.176	43.779	64.488	30.603
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	245	226	1.058	1.014	529	437	634	462	191	122
Uso de mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	23.647	22.353	71.712	69.180	34.844	31.113	68.208	52.129	47.810	23.668
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.096	902	905	815	916	1.136	1.209	2.956	2.275
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	181	187	117	117	126	143	213	222	687	499
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	607	418	421	374	422	473	515	1.456	1.143
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	99	104	54	55	58	66	89	95	338	250

pérdidas en valor de producción de 70.000 millones (-53%) y de 33.900 millones (-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 Bajo Segura de Alicante, se dejan de cultivar 36.400 ha con unas pérdidas en valor de la producción de 32.900 millones (-20%), y de 12.700 millones (-18%) de margen neto. En la cuenca del Júcar se dejan de cultivar 18.600 ha, con unas pérdidas de 9.700 millones (-5%) en valor de producción y 4.000 millones (-4%) en margen neto.

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 (-57%) en valor de producción de los cultivos de invernadero y 31.400 millones (-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 hm<sup>3</sup> 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 (-7%) de valor de producción, y 6.300 millones (-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 (-22%) y de margen neto de 6.700 millones (-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 (Cuadros 5.1 y 5.2): 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 Nordeste (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 hm<sup>3</sup>, lo que provoca una caída de superficie cultivada de 14.100 ha (-71%) y unas pérdidas de 62.900 millones de ingresos (-71%) y de 30.100 millones de margen neto (-70%). Las pérdidas son también significativas, aunque menores, en Campo Níjar-Bajo Andarax (4.000 y 2.400 millones de ingresos y margen neto, o un 18%) y en Bajo Almanzora (3.100 y 1.400 millones de ingresos y margen neto, o un 27%).

En Murcia, la comarca del Valle del Guadalentín experimenta grandes pérdidas, ya que la producción agraria es importante y además soporta la mayor reducción de agua disponible de todas las comarcas de Levante (80 hm<sup>3</sup>): en esta comarca la superficie se reduce en 16.400 ha (-46%), con unas pérdidas de 17.300 millones (-33%) de ingresos y de 7.400 millones (-31%) de margen neto. En la comarca Nordeste, la caída de la disponibilidad de agua es de 32 hm<sup>3</sup>, lo que reduce la superficie cultivada en 4.600 ha (-38%), y genera unas pérdidas de 2.100 millones de ingresos (-27%), y de 640 millones de margen neto (-21%).

El cuadro 5.4 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. Además el volumen que el PHN prevé trasvasar del Ebro a la cuenca Sur para uso agrario y medioambiental es de solo  $58 \text{ hm}^3$ ,<sup>9</sup> 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.

### **5.3 Resultados del Incremento de los Precios del Agua de Riego**

El segundo grupo de escenarios 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  $70 \text{ pta/m}^3$  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  $20 \text{ pta/m}^3$ . La primera encuesta a comunidades de regantes del INE para 1999 da unos precios medios del agua de  $3,5 \text{ pta/m}^3$  en la Comunidad Valenciana,  $15,5 \text{ pta/m}^3$  en Murcia y  $6,7 \text{ pta/m}^3$  en Andalucía. Diversos estudios empíricos señalan unos precios del agua en la Confederación del Júcar por debajo de las

---

<sup>9</sup> Ver cuadro 3.2.

5 pta/m<sup>3</sup>. 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/m<sup>3</sup> en 1997.<sup>10</sup>

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/m<sup>3</sup> en las comarcas en que no hay problema de escasez o en que la escasez es moderada, 15 pta/m<sup>3</sup> en comarcas con problemas de escasez, y 20 pta/m<sup>3</sup> cuando la escasez es severa. En el Júcar el precio del agua se ha fijado en 5 pta/m<sup>3</sup> en todas las comarcas excepto 15 pta/m<sup>3</sup> en Vinalopó Mitja; en el Segura 15 pta/m<sup>3</sup> en las comarcas de Nordeste, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena, y 5 pta/m<sup>3</sup> en el resto de comarcas; en el Sur 15 pta/m<sup>3</sup> en Bajo Almanzora y Campo de Nijar-Bajo Andarax, 20 pta/m<sup>3</sup> en Campo Dalías, y 5 pta/m<sup>3</sup> en el resto de las comarcas. En los escenarios de incremento de los precios del agua se han aumentado estos precios en 10, 20, 30, 40 y 70 pta/m<sup>3</sup>.

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 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.

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

---

<sup>10</sup> Según los datos de la *Encuesta sobre los regadíos de Andalucía*, que citan Sumpsi y Varela (2000). Por comarcas el precio del agua era de unas 15 pta/m<sup>3</sup> en Campo Dalías y Bajo Andarax, de unas 20 pta/m<sup>3</sup> en Campo Nijar y Bajo Almanzora, y de unas 9 pta/m<sup>3</sup> en las comarcas del interior.

que son sustituidos en el mercado al mismo precio por producciones de otros orígenes.

Cuadro 5.5. Escenario de incremento en 10 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.584	400.138	223.720	215.933	154.573	139.913	44.291	44.291
Cereales (ha)	32.204	18.028	21.619	18.028	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.469	293.247	180.616	176.502	105.914	101.807	14.939	14.939
Hortalizas aire libre (ha)	57.969	57.925	20.016	19.936	33.063	33.063	4.890	4.890
Hortalizas invernadero (ha)	30.942	30.937	1.469	1.467	5.010	5.007	24.463	24.463
Valor de la producción (millones)	500.087	496.908	204.555	203.536	164.580	162.420	130.952	130.952
Margen neto (millones)	232.556	206.712	99.575	84.137	68.493	59.994	64.488	62.581
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	2.657	2.498	1.573	1.520	893	787	191	191
Uso de mano obra (10 <sup>3</sup> horas)	246.221	243.472	112.633	110.722	85.778	84.939	47.810	47.810
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.242	914	942	1.065	1.161	2.956	2.956
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	188	199	130	134	184	206	687	687
Margen neto por ha (miles pta/ha)	550	517	445	390	443	429	1.456	1.413
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	88	83	63	55	77	76	338	328

Cuadro 5.6. Escenario de incremento en 10 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 10 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.208	41.159	136.779	136.619	81.577	68.737	118.729	109.332	44.291	44.291
Cereales (ha)	401	380	16.403	16.275	10.121	1.373	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.345	37.318	105.661	105.635	63.730	59.669	79.795	75.687	14.939	14.939
Hortalizas aire libre (ha)	2.879	2.879	14.384	14.377	6.487	6.450	29.329	29.328	4.890	4.890
Hortalizas invernadero (ha)	583	582	331	331	1.240	1.240	4.326	4.316	24.463	24.463
Valor de la producción (millones)	44.367	44.267	123.355	123.322	66.494	64.854	134.919	133.513	130.952	130.952
Margen neto (millones)	24.199	21.767	57.161	46.592	30.531	25.609	56.176	50.162	64.488	62.581
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	245	243	1.058	1.056	529	432	634	577	191	191
Uso de mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	23.647	23.631	71.712	71.696	34.844	32.912	68.208	67.422	47.810	47.810
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.075	902	903	815	943	1.136	1.221	2.956	2.956
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	181	182	117	117	126	150	213	231	687	687
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	529	418	341	374	372	473	459	1.456	1.413
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	99	90	54	44	58	59	89	87	338	328

### **5.3.1 Aumento del precio del agua en 10 pta/m<sup>3</sup>**

Los cuadros 5.5 y 5.6 muestran los efectos del aumento del precio del agua en 10 pta/m<sup>3</sup> por cuencas y por provincias. Para el conjunto de comarcas estudiadas, el agua utilizada cae de 2.657 a 2.498 hm<sup>3</sup> (-6%), la superficie cultivada disminuye de 422.600 a 400.138 ha (-5%), el valor de la producción cae en 3.200 millones (-0,6%), y el margen neto se reduce en 25.800 millones (-11%) debido al incremento del coste del agua (-25.000 millones). Por grupos de cultivos, la reducción de 22.400 ha de cultivo afecta en especial a los cereales, cuya superficie actual de 32.200 ha disminuye casi a la mitad, mientras que los cultivos leñosos reducen ligeramente su superficie de producción (-3%). El cultivo de cereales desaparece en Murcia y casi por completo en Alicante, pero se mantiene el cultivo de arroz en Valencia y Castellón. La reducción de superficie de cereales y leñosos en Alicante y Murcia, supone una caída en el uso de agua de 97 y 57 hm<sup>3</sup>, respectivamente. El aumento del coste del agua provoca la caída del margen neto en Alicante (-16%) y Murcia (-11%), pero la disminución del margen neto es aún mayor en Valencia (-18%), ya que es una provincia con un elevado consumo de agua.

### **5.3.2 Aumento del precio del agua en 20 pta/m<sup>3</sup>**

En relación al escenario base (Cuadros 5.7 y 5.8), un aumento del precio del agua de 20 pta/m<sup>3</sup> en las cuencas de Levante provoca una caída en la demanda de agua de 441 hm<sup>3</sup> (-16%), una reducción de 66.100 ha (-16%) en la superficie cultivada, y la disminución del valor de la producción en 17.900 millones (-4%) y del margen neto en 49.200 millones (-21%). La reducción de utilización de mano de obra es de 16 millones de horas de trabajo al año (-6%) o 8.700 UTAs (1 UTA = 1.800 horas). Con esta subida de precios la superficie de cereales se reduce en un 50 por cien, la de leñosos en un 16 por cien, y se mantienen las hortalizas. Por cultivos, el único cereal que permanece es el arroz, y en leñosos las mayores

reducciones de superficie afectan al almendro en 29.800 ha (-97%), albaricoquero en 9.100 ha (-68%), viñedo de vinificación en 7.700 ha (-83%), y olivar en 2.000 ha (-58%).

Cuadro 5.7. Escenario de incremento en 20 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.584	356.474	223.720	202.301	154.573	115.563	44.291	38.610
Cereales (ha)	32.204	15.954	21.619	15.954	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.469	251.714	180.616	164.984	105.914	77.471	14.939	9.258
Hortalizas aire libre (ha)	57.969	57.883	20.016	19.895	33.063	33.063	4.890	4.889
Hortalizas invernadero (ha)	30.942	30.923	1.469	1.468	5.010	4.992	24.463	24.463
Valor de la producción (millones)	500.087	482.164	204.555	200.353	164.580	152.008	130.952	129.802
Margen neto (millones)	232.556	183.310	99.575	69.555	68.493	52.863	64.488	60.892
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	2.657	2.216	1.573	1.432	893	630	191	154
Uso de mano obra (10 <sup>3</sup> horas)	246.221	230.538	112.633	108.380	85.778	76.010	47.810	46.148
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.352	914	990	1.065	1.315	2.956	3.362
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	188	218	130	140	184	241	687	841
Margen neto por ha (miles pta/ha)	550	514	445	344	443	457	1.456	1.577
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	88	83	63	49	77	84	338	395

Cuadro 5.8. Escenario de incremento en 20 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 20 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.208	40.418	136.779	134.895	81.577	55.004	118.729	87.547	44.291	38.610
Cereales (ha)	401	192	16.403	15.762	10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.345	36.763	105.661	104.438	63.730	47.337	79.795	53.917	14.939	9.258
Hortalizas aire libre (ha)	2.879	2.879	14.384	14.363	6.487	6.423	29.329	29.328	4.890	4.889
Hortalizas invernadero (ha)	583	583	331	332	1.240	1.240	4.326	4.301	24.463	24.463
Valor de la producción (millones)	44.367	44.097	123.355	122.429	66.494	62.247	134.919	123.588	130.952	129.802
Margen neto (millones)	24.199	19.364	57.161	36.105	30.531	21.952	56.176	44.997	64.488	60.892
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	245	238	1.058	1.041	529	348	634	435	191	154
Uso de mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	23.647	23.553	71.712	71.056	34.844	30.962	68.208	58.818	47.810	46.148
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.091	902	907	815	1.132	1.136	1.412	2.956	3.362
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	181	185	117	118	126	179	213	284	687	841
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	479	418	268	374	399	473	514	1.456	1.577
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	99	81	54	35	58	63	89	103	338	395

Por cuencas, la caída de producción respecto al escenario base es más intensa en el Segura y el Júcar. En el Segura, la superficie se reduce en 39.000 ha (-25%) por el abandono de los cereales (10.600 ha) y la caída en 28.400 ha de los leñosos, en especial el almendro, albaricoquero y viñedo de vinificación. El valor de la producción y el margen neto disminuyen en 12.600 (-8%) y 15.600 (-23%) millones, y el uso de agua se reduce en 263 hm<sup>3</sup> (-29%). En el Júcar, la reducción de superficie de cultivo es menor que en el Segura, y también las pérdidas de valor de producción (-2%). Sin embargo las pérdidas de margen neto (-30%) en el Júcar son mayores que en el Segura, por el aumento del coste del agua que es un recurso con una fuerte demanda en el Júcar. En Almería, el cultivo de leñosos cae en 5.700 ha (-38%) por abandono del cultivo del almendro y la fuerte disminución del olivar, aunque la caída del valor de la producción es inferior al 1 por cien y la de margen neto inferior al 6 por cien.

La reducción del uso de agua bajo el escenario de aumento en 20 pta/m<sup>3</sup> del precio del agua es de 441 hm<sup>3</sup>; este volumen de recurso es inferior pero no muy alejado de los 561 hm<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> es de 141 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 263 hm<sup>3</sup> en el Segura y 37 hm<sup>3</sup> en el Sur, frente a las dotaciones del trasvase de 141 hm<sup>3</sup> para el Júcar, 362 hm<sup>3</sup> para el Segura y 58 hm<sup>3</sup> para el Sur.

Por tanto, la medida de gestión de demanda de incrementar los actuales precios del agua en 20 pta/m<sup>3</sup> disminuye el uso agrario del agua en un volumen suficiente para evitar la sobreexplotación de acuíferos tanto en el Segura (226 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación) como en el Júcar (157 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación), y también para cubrir una parte de la garantía de riegos del Segura.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Los 263 hm<sup>3</sup> de demanda que se liberan en el Segura cubren los 226 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación de acuíferos (Ver cuadro 5.2), por lo que quedan 37 hm<sup>3</sup> para cubrir parte de la dotación de garantía de riego en el Segura que es 136 hm<sup>3</sup> (362-226).

Esta solución de gestión de demanda resuelve prácticamente el problema de sobreexplotación de acuíferos en el Segura y el Júcar, sin necesidad de la enorme infraestructura del trasvase del Ebro. La parte de garantía de riegos (136 hm<sup>3</sup>) que no se cubre en el Segura, y la parte de sobreexplotación de acuíferos que no se cubre en el Sur (34 hm<sup>3</sup>),<sup>12</sup> podría solucionarse con medidas alternativas como desalación y mejora de la eficiencia de riego, o con transferencias internas de agua desde el oeste hacia el este de la cuenca Sur. Además el coste para los agricultores de un aumento del precio del agua en 20 pta/m<sup>3</sup> sería relativamente moderado, ya que el valor de la producción de las tres cuencas solo disminuiría en un 4 por cien, el margen neto se reduciría en un 21 por cien, y la utilización de la mano de obra caería un 6 por cien.

### 5.3.3 Aumento del precio del agua en 30 pta/m<sup>3</sup>

Un aumento de 30 pta/m<sup>3</sup> en el precio del agua de riego reduce en 703 hm<sup>3</sup> (-26%) la demanda de agua en las tres cuencas de Levante, respecto al escenario base o situación actual (Cuadros 5.9 y 5.10). La superficie cultivada cae 94.300 ha (-22%), el valor de la producción 31.900 millones (-6%), el margen neto 70.400 millones (-30%), y la mano de obra 23 millones de horas al año (-9%) o 12.600 UTAs. Con este aumento del precio del agua, todos los cereales incluido el arroz dejan de cultivarse, y la superficie de leñosos se reduce en 62.000 ha (-21%). Aparte de los cereales, los cultivos que experimentan una mayor reducción de superficie son el almendro, 30.600 ha (-100%); el albaricoquero, 13.300 ha (-100%); el viñedo de vinificación 7.800 ha (-83%); el naranjo, 5.200 ha (-5%); el olivar, 3.300 ha (-97%); y el limonero, 2.200 ha (-6%).

---

<sup>12</sup> La dotación del PHN para el Sur es de 58 hm<sup>3</sup>, y no alcanza los 71 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación de acuíferos en el Sur (Ver cuadro 5.2). El aumento de precio en 20 pta/m<sup>3</sup> libera una demanda de 37 hm<sup>3</sup> en el Sur, que supone la mitad de la sobreexplotación.

Cuadro 5.9. Escenario de incremento en 30 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.584	328.238	223.720	185.495	154.573	106.305	44.291	36.439
Cereales (ha)	32.204	0	21.619	0	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.469	239.493	180.616	164.186	105.914	68.220	14.939	7.086
Hortalizas aire libre (ha)	57.969	57.835	20.016	19.845	33.063	33.063	4.890	4.890
Hortalizas invernadero (ha)	30.942	30.911	1.469	1.463	5.010	4.985	24.463	24.463
Valor de la producción (millones)	500.087	468.205	204.555	193.461	164.580	145.825	130.952	128.919
Margen neto (millones)	232.556	162.109	99.575	55.782	68.493	46.919	64.488	59.407
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	2.657	1.954	1.573	1.248	893	566	191	140
Uso de mano obra (10 <sup>3</sup> horas)	246.221	223.528	112.633	107.654	85.778	70.956	47.810	44.918
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.426	914	1.043	1.065	1.372	2.956	3.538
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	188	240	130	155	184	258	687	923
Margen neto por ha (miles pta/ha)	550	494	445	301	443	441	1.456	1.630
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	88	83	63	45	77	83	338	425

Cuadro 5.10. Escenario de incremento en 30 pta/m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 30 pta/m <sup>3</sup>
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)	44.367	43.987	123.355	115.714	66.494	62.068	134.919	117.517	130.952	128.919
Margen neto (millones)	24.199	17.009	57.161	26.208	30.531	18.489	56.176	40.995	64.488	59.407
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	245	235	1.058	862	529	345	634	373	191	140
Uso de mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	23.647	23.518	71.712	70.423	34.844	30.843	68.208	53.826	47.810	44.918
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.099	902	974	815	1.138	1.136	1.498	2.956	3.538
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	181	187	117	134	126	180	213	315	687	923
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	425	418	220	374	339	473	523	1.456	1.630
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	99	72	54	30	58	54	89	110	338	425

El efecto de la subida de precios tiene un mayor impacto en el Segura y el Júcar, al dejar de cultivarse los cereales y reducirse el cultivo de leñosos poco rentables como el almendro y viñedo de vinificación en el Júcar, y almendro, albaricoquero, viñedo de vinificación y naranjo en el Segura. El efecto sobre el valor de la producción es mayor en el Segura, 18.800 millones (-11%), mientras que en el Júcar es 11.100 millones (-5%). Por el contrario, las pérdidas de margen neto son mayores en el Júcar, 43.800 millones (-44%), que en el Segura, 21.600 millones (-31%), debido al elevado consumo de agua en el Júcar a un precio más elevado. En Almería la caída de 7.800 ha en el cultivo de leñosos, solo representa una disminución del 2 por cien en el valor de la producción y del 8 por cien en el margen neto.

La contracción de la demanda de agua de riego al subir los precios en 30 pta/m<sup>3</sup>, es de 703 hm<sup>3</sup> en las tres cuencas, una cifra cercana a los 820 hm<sup>3</sup> de dotación de agua del trasvase del Ebro que establece el Plan Hidrológico Nacional en las tres cuencas para uso urbano e industrial (259 hm<sup>3</sup>) y para eliminación de sobreexplotación de acuíferos y garantía de regadíos (561 hm<sup>3</sup>).<sup>13</sup>

Al subir el precio del agua en 30 pta/m<sup>3</sup>, la demanda de agua cae 325 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 327 hm<sup>3</sup> en el Segura y 51 hm<sup>3</sup> en el Sur, lo que casi llega a cubrir las dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de 300 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 420 hm<sup>3</sup> en el Segura, y 100 hm<sup>3</sup> en el Sur. Transfiriendo los 25 hm<sup>3</sup> (325-300) de excedente del Júcar hacia el Segura, solo habría un déficit en el Segura de 68 hm<sup>3</sup> (327+25-420) y de 49 hm<sup>3</sup> (51-100) en el Sur.

Estos déficits de 68 hm<sup>3</sup> en el Segura y de 49 hm<sup>3</sup> 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 es una alternativa para aumentar la oferta que tiene un coste

---

<sup>13</sup> Ver el cuadro 2.2 de demanda y previsiones de necesidades de recurso hídrico en las tres cuencas.

mucho menor que el agua del trasvase del Ebro, ya que el coste de desalación es de unas 60 pta/m<sup>3</sup> y podría abastecer los regadíos cercanos al mar de la comarca de Campo Dalias, donde el problema de sobreexplotación de acuíferos es más grave (51 hm<sup>3</sup>).

Esta medida de gestión de demanda de aumentar en 30 pta/m<sup>3</sup> 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 de esta medida no es excesiva, y representa una caída del 6 por cien en el valor de la producción y del 30 por cien en el margen neto, con una pérdida en la utilización de la mano de obra del 9 por cien. Los agricultores podrían ser compensados por la administración central o la administración comunitaria por los 70.400 millones al año, que es la renta neta (margen neto) que pierden los agricultores de Levante cuando el precio del agua se incrementa en 30 pta/m<sup>3</sup>. La inversión del trasvase del Ebro, que supera el billón de pesetas, puede producir una rentabilidad superior a los 70.400 millones anuales en inversiones alternativas al trasvase.

#### **5.3.4 Aumento del precio del agua en 40 pta/m<sup>3</sup>**

Este incremento de precio tiene un impacto sustancial sobre las actividades agrarias de las tres cuencas, debido a la desaparición del cultivo de cereales y a la progresiva disminución de la superficie de leñosos conforme aumentan los precios del agua. Las pérdidas son mayores en el Júcar y el Segura que están más especializados en leñosos y cereales que en el Sur. El abandono del cultivo de leñosos poco rentables en Alicante (almendro y viñedo de vinificación), Murcia (almendro, albaricoquero y viñedo de vinificación), Valencia (albaricoquero), y Almería (almendro y olivar) se empieza a extender a otros leñosos más rentables como limonero y naranjo al subir los precios del agua.

Cuadro 5.11. Escenario de incremento en 40 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.584	308.835	223.720	184.110	154.573	90.073	44.291	34.652
Cereales (ha)	32.204	0	21.619	0	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.469	220.056	180.616	162.768	105.914	51.989	14.939	5.299
Hortalizas aire libre (ha)	57.969	57.866	20.016	19.877	33.063	33.063	4.890	4.890
Hortalizas invernadero (ha)	30.942	30.913	1.469	1.465	5.010	4.985	24.463	24.463
Valor de la producción (millones)	500.087	453.581	204.555	192.381	164.580	133.643	130.952	127.557
Margen neto (millones)	232.556	143.264	99.575	43.340	68.493	41.836	64.488	58.088
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	2.657	1.798	1.573	1.237	893	436	191	125
Uso de mano obra (10 <sup>3</sup> horas)	246.221	212.011	112.633	106.824	85.778	61.328	47.810	43.859
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.469	914	1.045	1.065	1.484	2.956	3.681
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	188	252	130	156	184	306	687	1.020
Margen neto por ha (miles pta/ha)	550	464	445	235	443	464	1.456	1.676
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	88	80	63	35	77	96	338	464

Cuadro 5.12. Escenario de incremento en 40 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 40 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.208	39.943	136.779	118.651	81.577	46.049	118.729	69.541	44.291	34.652
Cereales (ha)	401	0	16.403	0	10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.345	36.477	105.661	103.971	63.730	38.390	79.795	35.919	14.939	5.299
Hortalizas aire libre (ha)	2.879	2.879	14.384	14.343	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)	44.367	43.937	123.355	115.547	66.494	55.341	134.919	111.199	130.952	127.557
Margen neto (millones)	24.199	14.661	57.161	17.601	30.531	15.438	56.176	37.476	64.488	58.088
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	245	234	1.058	860	529	270	634	309	191	125
Uso de mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	23.647	23.472	71.712	70.312	34.844	25.800	68.208	48.567	47.810	43.859
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.100	902	974	815	1.202	1.136	1.599	2.956	3.681
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	181	187	117	134	126	205	213	360	687	1.020
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	367	418	148	374	335	473	539	1.456	1.676
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	99	63	54	20	58	57	89	121	338	464

Para el conjunto de comarcas en las tres cuencas, el agua utilizada disminuye en  $859 \text{ hm}^3$  ( $-32\%$ ), la superficie cultivada cae en  $113.700 \text{ ha}$  que es casi un tercio de lo que se cultiva actualmente, el uso de mano de obra se reduce en 34 millones de horas al año ( $-14\%$ ) o 19.000 UTAs, el valor de la producción disminuye en 46.500 millones ( $-9\%$ ), y el margen neto en 89.300 millones ( $-38\%$ ). La superficie de cultivos leñosos se reduce en  $81.400 \text{ ha}$  ( $-27\%$ ) respecto a la situación actual, mientras que la superficie de hortalizas se mantiene (Cuadros 5.11 y 5.12). Al incrementar en  $40 \text{ pta/m}^3$  el precio del agua, deja de cultivarse el almendro, el albaricoquero y el olivar como en el caso del incremento de  $30 \text{ pta/m}^3$ , y además disminuye el cultivo del naranjo en  $15.600 \text{ ha}$  ( $-15\%$ ), del limonero en  $9.600 \text{ ha}$  ( $-26\%$ ), y del viñedo de vinificación en  $9.300 \text{ ha}$  ( $-100\%$ ).

La caída de superficie de leñosos es considerable en las provincias de Alicante ( $-40\%$ ) y Murcia ( $-55\%$ ), con un impacto negativo apreciable sobre el valor de la producción de casi un 20 por cien en ambas provincias. El margen neto cae un tercio en Murcia y a la mitad en Alicante.

La subida del precio del agua en  $40 \text{ pta/m}^3$ , provoca una caída de  $859 \text{ hm}^3$  en la demanda de agua de uso agrario en las tres cuencas, una cifra superior a los  $820 \text{ hm}^3$  de dotación de agua del trasvase que establece el PHN para uso urbano e industrial ( $259 \text{ hm}^3$ ) y para eliminación de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego ( $561 \text{ hm}^3$ ). La reducción de demanda de agua al subir el precio es de  $336 \text{ hm}^3$  en el Júcar,  $457 \text{ hm}^3$  en el Segura y  $66 \text{ hm}^3$  en el Sur, lo que cubre sin problemas las dotaciones totales del trasvase que propone el PHN para uso urbano, industrial, agrario y medioambiental, que son  $300 \text{ hm}^3$  al Júcar,  $420 \text{ hm}^3$  al Segura y  $100 \text{ hm}^3$  al Sur. Tan solo sería necesario transferir el excedente de  $37 \text{ hm}^3$  ( $457-420$ ) que aparece en el Segura, hacia la cuenca Sur para equilibrar la oferta y la demanda de agua en la provincia de Almería.

### 5.3.5 Aumento del precio del agua en 70 pta/m<sup>3</sup>

Este elevado incremento del precio del agua provoca una fuerte caída en la demanda de agua de 1.758 hm<sup>3</sup> (-66%) y una fuerte contracción en la superficie cultivada de 234.600 ha (-55%) en el conjunto de las tres cuencas. La utilización de la mano de obra se reduce de 246 a 140 millones de horas-año, por lo que se pierden 59.000 UTAs sobre las actuales 137.000 UTAs. El declive del valor de la producción y del margen neto es también notable, ya que el ingreso cae en 155.400 millones (-31%) y el margen neto en 124.200 millones (-53%).

Los cuadros 5.13 y 5.14 muestran que un aumento de 70 pta/m<sup>3</sup> en el precio del agua tiene como consecuencia para el conjunto de comarcas, no solo el abandono del cultivo de las 32.200 ha de cereales, sino una caída de 199.800 ha (-66%) en el cultivo de leñosos y de 2.500 ha (-4%) en el cultivo de hortalizas al aire libre, mientras que se mantiene el cultivo de hortalizas en invernadero. En leñosos dejan de cultivarse el almendro, albaricoquero, olivar, viñedo de vinificación, y se reduce drásticamente la superficie de naranjo en 92.800 ha (-87%), de limonero en 33.000 ha (-89%), de melocotonero en 11.600 ha (-65%) y de mandarino en 6.400 ha (-10%). La mayoría de las hortalizas pueden absorber el incremento de costes que genera el elevado precio del agua, y solo disminuye la superficie de cultivo de algunas hortalizas al aire libre como la patata en 1.400 ha (-24%) y la alcachofa en 500 ha (-4%).

El impacto negativo en las cuencas del Júcar y Segura es grande, con una disminución de la superficie cultivada entorno al 60 por cien en ambas cuencas, y una caída de la demanda de agua del 64 por cien en el Júcar y del 75 por cien en el Segura. La pérdida de valor de la producción y margen neto es mayor en el Júcar que en el Segura, porque aunque en ambas cuencas hay una fuerte caída de leñosos, en el Segura las hortalizas tienen una mayor importancia y se mantiene su cultivo.

Cuadro 5.13. Escenario de incremento en 70 pta/m<sup>3</sup> de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.584	187.972	223.720	98.134	154.573	56.097	44.291	33.741
Cereales (ha)	32.204	0	21.619	0	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.469	101.652	180.616	79.197	105.914	18.034	14.939	4.420
Hortalizas aire libre (ha)	57.969	55.517	20.016	17.555	33.063	33.063	4.890	4.862
Hortalizas invernadero (ha)	30.942	30.802	1.469	1.381	5.010	4.964	24.463	24.458
Valor de la producción (millones)	500.087	344.649	204.555	113.551	164.580	104.687	130.952	126.410
Margen neto (millones)	232.556	108.339	99.575	21.455	68.493	32.424	64.488	54.459
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	2.657	899	1.573	560	893	220	191	119
Uso de mano obra (10 <sup>3</sup> horas)	246.221	140.522	112.633	55.938	85.778	41.252	47.810	43.332
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.833	914	1.157	1.065	1.866	2.956	3.746
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	188	383	130	203	184	475	687	1.066
Margen neto por ha (miles pta/ha)	550	576	445	219	443	578	1.456	1.614
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	88	121	63	38	77	147	338	459

Cuadro 5.14. Escenario de incremento en 70 pta/m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>	Base	Δ precio 70 pta/m <sup>3</sup>
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 (millones)	44.367	38.371	123.355	47.937	66.494	40.993	134.919	90.938	130.952	126.410
Margen neto (millones)	24.199	8.484	57.161	5.256	30.531	9.867	56.176	30.271	64.488	54.459
Uso de agua (hm <sup>3</sup> )	245	192	1.058	272	529	154	634	163	191	119
Uso de mano de obra (10 <sup>3</sup> horas)	23.647	19.875	71.712	26.845	34.844	16.577	68.208	33.893	47.810	43.332
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.132	902	1.056	815	1.360	1.136	2.029	2.956	3.746
Ingreso por m <sup>3</sup> (pta/ha)	181	200	117	176	126	266	213	558	687	1.066
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	250	418	116	374	327	473	675	1.456	1.614
Margen neto por m <sup>3</sup> (pta/m <sup>3</sup> )	99	44	54	19	58	64	89	186	338	459

Las mayores pérdidas se dan en las provincias de Valencia, Alicante y Murcia: en Valencia las pérdidas son enormes con una caída del 60 por cien en el valor de la producción y del 90 por cien en el margen neto; en Alicante la producción cae un 40 por cien y el margen un 70 por cien; y en Murcia la producción cae un 30 por cien y el margen un 50 por cien. En Almería, la reducción del 70 por cien en la superficie de leñosos solo provoca una caída del 3 por cien en el valor de la producción y del 15 por cien en el margen neto, por la especialización de la provincia en cultivos hortícolas.

### **5.3.6 Asignación comarcal del agua del trasvase del Ebro que propone el PHN**

La simulación de un precio del agua elevado, al aumentar el precio en 70 pta/m<sup>3</sup>, 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 cuales son las comarcas especializadas en cultivos rentables y cual es el volumen de agua de trasvase que 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 *demand solvente* es muy amplia pero la dotación del PHN no cubre la sobreexplotación de acuíferos.

Como se señala en la sección 5.1.2, el PHN evalúa el coste del agua del trasvase del Ebro en 55 pta/m<sup>3</sup> en la red primaria, lo que puede suponer un coste medio de unas 75 pta/m<sup>3</sup> en parcela de las comunidades de regantes. 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 solo podría pagarse en comarcas con cultivos de alta rentabilidad.

Cuadro 5.15. Demanda de uso agrario a precio de trasvase, y asignaciones del PHN.

	Demanda de agua a precio de trasvase ( $\Delta$ 70 pta/m <sup>3</sup> )	Asignación PHN cese sobreexplotación y garantía de riegos	Asignación PHN uso urbano e industrial	Asignación PHN total
Cuenca del Júcar (hm <sup>3</sup> )	560	141	169	300
Cuenca del Segura (hm <sup>3</sup> )	220	362	58	420
Cuenca Sur (hm <sup>3</sup> )	119	58	42	100

La asignación de agua del trasvase del Ebro que propone el PHN para eliminación de la sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, es de 141 hm<sup>3</sup> a la cuenca del Júcar, 362 hm<sup>3</sup> a la cuenca del Segura, y 58 hm<sup>3</sup> a la cuenca Sur (Cuadro 5.15). El volumen de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas del Júcar, Segura y Sur a un precio de agua elevado se obtiene en los resultados del escenario de incremento del precio del agua en 70 pta/m<sup>3</sup> (Cuadro 5.13); este volumen de agua es de 560 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 220 hm<sup>3</sup> en el Segura y 119 hm<sup>3</sup> en el Sur. En consecuencia, en la cuenca del Segura hay un problema para la propuesta del trasvase del PHN, ya que esta cuenca solo puede absorber 220 hm<sup>3</sup> de agua de uso agrario al precio del agua del trasvase, lo que no cubre la asignación del PHN de 362 hm<sup>3</sup> para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, en un volumen de 142 hm<sup>3</sup>.

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 solo 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 Nordeste 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

Nordeste o Altiplano, con una demanda solvente para los cultivos estudiados de  $9 \text{ hm}^3$  y una sobreexplotación de acuíferos correspondiente a estos cultivos de  $32 \text{ hm}^3$ ,<sup>14</sup> por lo que los agricultores no podrán adquirir el agua del trasvase para eliminar la sobreexplotación en la comarca.

En la comarca Nordeste con una sobreexplotación de acuíferos de  $45 \text{ hm}^3$  para todos los cultivos y  $32 \text{ hm}^3$  para los cultivos estudiados, la demanda de agua a precios de trasvase cae de  $79$  a  $9 \text{ hm}^3$  por la disminución de superficie de cereales y leñosos, y el mantenimiento de las hortalizas. La superficie de leñosos disminuye de  $11.200 \text{ ha}$  a  $1.100 \text{ ha}$  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  $54 \text{ hm}^3$  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 Guadaletín también tienen importancia las hortalizas en cuanto a valor de producción, pero la demanda de agua de  $148 \text{ hm}^3$  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  $284 \text{ hm}^3$  a  $51 \text{ hm}^3$  y la superficie cultivada cae en un 80 por cien, por la falta de rentabilidad del cultivo de cebada, limonero, albaricoquero, naranjo y almendro. Esta *demanda solvente* de  $51 \text{ hm}^3$  supera la sobreexplotación de acuíferos, pero es escasa para cubrir también la dotación del PHN de garantía de riegos.

---

<sup>14</sup> En la comarca Nordeste, la demanda actual de los cultivos estudiados es  $79 \text{ hm}^3$  y la demanda actual de todos los cultivos es  $111 \text{ hm}^3$  (Ver cuadro 5.2), por lo que la proporción de sobreexplotación de acuíferos correspondientes a los cultivos estudiados es  $32 \text{ hm}^3$  [=  $45 \cdot (79/111)$ ]. Los  $9 \text{ hm}^3$  de demanda solvente de los cultivos estudiados no pueden cubrir estos  $32 \text{ hm}^3$  de sobreexplotación.

Distribuyendo la dotación de  $136 \text{ hm}^3$  para garantía de riego en el Segura,<sup>15</sup> 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  $42 \text{ hm}^3$  en Nordeste o Altiplano,  $41 \text{ hm}^3$  en Valle del Guadalentín,  $11 \text{ hm}^3$  en Campo de Cartagena, y  $4 \text{ hm}^3$  en Vega del Segura.

En la cuenca del Júcar, la demanda global de agua de uso agrario a precio de trasvase ( $560 \text{ hm}^3$ ) es mayor que la asignación del PHN para cese de sobreexplotación y garantía de riego ( $141 \text{ hm}^3$ ). 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 una comarca en la provincia de Valencia y tres comarcas en la provincia de Alicante, por su especialización productiva en cereales y leñosos poco rentables. En ambas provincias, el precio elevado de agua de trasvase no lo pueden absorber los cereales y leñosos poco rentables como almendro y viñedo de vinificación. 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 Alacanti 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 Camp de Morvedre, Baix Vinalopó, Alt Vinalopó y Marina Baixa. Para los cultivos estudiados, en Camp de Morvedre la sobreexplotación es  $13 \text{ hm}^3$  y la *demanda solvente*  $4 \text{ hm}^3$ , en Baix Vinalopó la sobreexplotación es  $15 \text{ hm}^3$  y la *demanda solvente*  $11 \text{ hm}^3$ , en Alt Vinalopó la sobreexplotación es  $6 \text{ hm}^3$  y la *demanda solvente*  $3 \text{ hm}^3$  y en Marina Baixa la sobreexplotación es  $6 \text{ hm}^3$  y la *demanda solvente*  $3 \text{ hm}^3$ . Las

---

<sup>15</sup> La dotación del PHN al Segura para sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos es de  $362 \text{ hm}^3$ , y la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca es  $226 \text{ hm}^3$  (Ver cuadro 5.2), con lo que la garantía de riego es la diferencia de  $136 \text{ hm}^3$ .

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<sup>3</sup> y la *demanda solvente* es 65 hm<sup>3</sup>, en Campo Níjar-Bajo Andarax la sobreexplotación es 9 hm<sup>3</sup> y la *demanda solvente* es 24 hm<sup>3</sup>, y en Bajo Almanzora la sobreexplotación es 8 hm<sup>3</sup> y la *demanda solvente* es 17 hm<sup>3</sup>. A pesar de esta amplia *demanda solvente* en Almería, el PHN solo asigna 58 hm<sup>3</sup> para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, lo que no cubre ni siquiera la sobreexplotación de acuíferos (71 hm<sup>3</sup>).

### **5.3.7 Ingreso medio y margen neto medio**

El incremento progresivo del precio del agua hasta las 70 pta/m<sup>3</sup> provoca en las tres cuencas el abandono de los cultivos menos rentables, y como consecuencia un aumento de los ingresos medios por hectárea desde 1.180.000 a 1.830.000 pta/ha y de los ingresos medios por metro cúbico de 190 a 380 pta/m<sup>3</sup>. Almería tiene los ingresos medios más elevados de las tres cuencas, 3.000.000 pta/ha y 690 pta/m<sup>3</sup>, que aumentan hasta 3.750.000 pta/ha y 1.100 pta/m<sup>3</sup> cuando sube el precio del agua. El margen neto medio para las tres cuencas aumenta, pasando el margen neto por hectárea de 550.000 a 576.000 pta/ha y el margen neto por metro cúbico de 88 a 121 pta/m<sup>3</sup>. En el caso de Almería el incremento en el margen por hectárea es de 1.460.000 a 1.610.000 pta/ha, y en el margen por metro cúbico de 340 a 460 pta/m<sup>3</sup>.

### **5.3.8 Utilización de la mano de obra**

Conforme aumenta el precio del agua, el abandono de los cultivos menos rentables determina una menor utilización de la mano de obra. Para aumentos

moderados del precio del agua de hasta  $30 \text{ pta/m}^3$ , 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  $70 \text{ pta/m}^3$ , la utilización de la mano de obra se reduce casi a la mitad en el conjunto de la zona, con unas pérdidas de 106 millones de horas de trabajo al año, o 58.700 UTAs (1 UTA = 1.800 horas). La reducción porcentual de mano de obra no es muy grande en Almería (-9%) y Castellón (-16%), pero si lo es en Murcia (-50%), Alicante (-52%), y Valencia (-63%).

### 5.3.9 Utilización del agua

Para el conjunto de las 35 comarcas analizadas de las cuencas del Júcar, Segura y Sur, la demanda de agua correspondiente al año de referencia 1998 de los cultivos estudiados es de  $2.657 \text{ hm}^3$ , que se distribuyen entre  $1.573 \text{ hm}^3$  de demanda en el Júcar,

Figura 5.1. Demanda de agua en las cuencas de Levante.

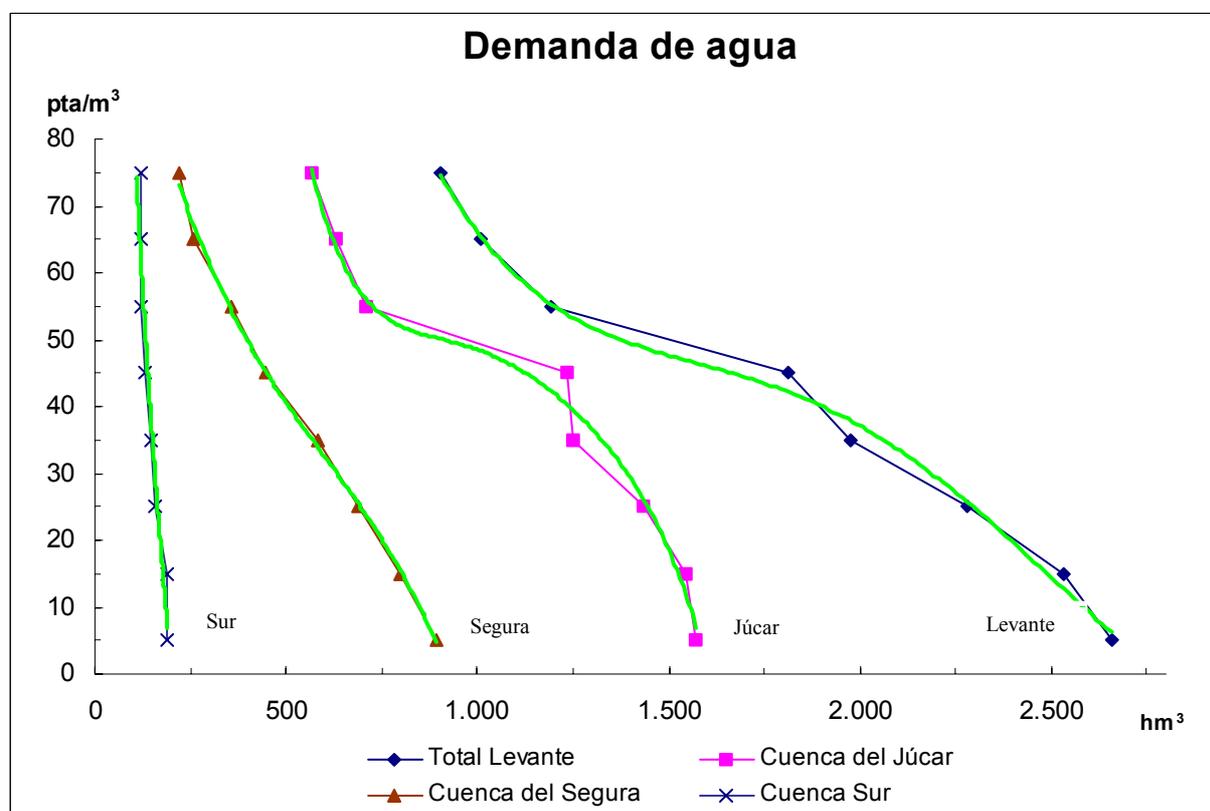
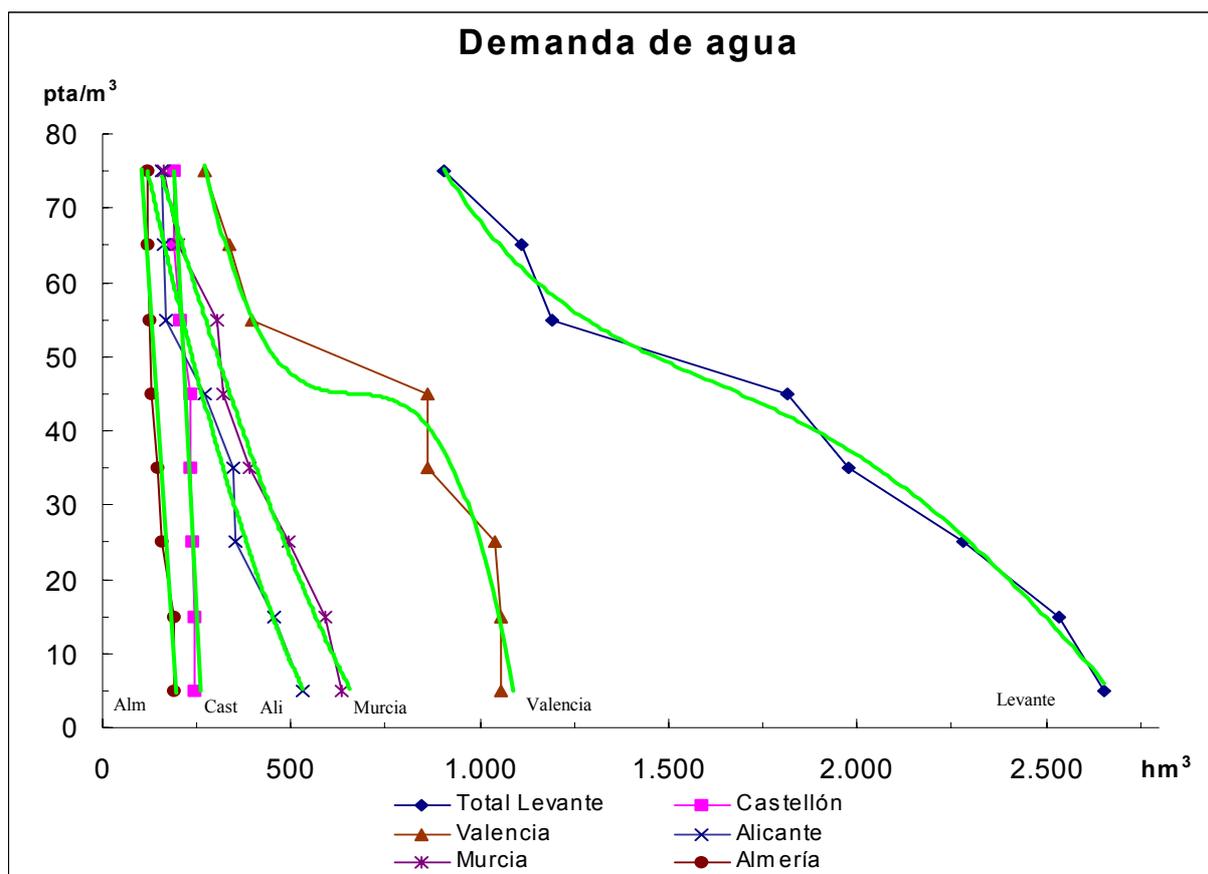


Figura 5.2. Demanda de agua en Levante por provincias



893 hm<sup>3</sup> en el Segura y 191 hm<sup>3</sup> en el Sur (Almería). 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 hm<sup>3</sup>, de los que 1.929 hm<sup>3</sup> corresponden al Júcar, 1.098 hm<sup>3</sup> al Segura y 213 hm<sup>3</sup> al Sur.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> En la Comunidad Valenciana, la superficie de regadío de los cultivos estudiados en las 22 comarcas analizadas es 260.000 ha, mientras que la superficie de regadío de todos los cultivos en las 22 comarcas es 295.000 ha, y si se añade el regadío de las 12 comarcas no analizadas, el total de regadío en la Comunidad Valenciana es 315.000 ha. La cuenca del Segura tiene una extensión total de 1.868.100 ha, y si se exceptúan las zonas correspondiente a Castilla-La Mancha y Andalucía, la extensión es de 1.224.400 ha. La superficie de regadío de los cultivos estudiados en la cuenca del Segura (Murcia y el Bajo Segura de Alicante) es 155.000 ha, la superficie de regadío de todos los cultivos de esta zona de la cuenca del Segura (Murcia y Bajo Segura de Alicante) es 192.000 ha, y la superficie de regadío de la cuenca del Segura, incluyendo Castilla-La Mancha y Andalucía es 266.000 ha. En la cuenca Sur solo se ha cubierto la provincia de Almería, con una superficie de regadío de los cultivos estudiados de 44.100 ha sobre un total de regadío de 52.700 ha.

Las figuras 5.1 y 5.2 muestran la respuesta de la demanda de agua de riego a los precios del agua por cuencas y por provincias. En las figuras se observa que la caída más fuerte de la demanda de agua se da en la provincia de Valencia del Júcar, en especial cuando el precio del agua supera las 45 pta/m<sup>3</sup>. Por construcción, la demanda agregada para las tres cuencas tiene una mayor elasticidad que la demanda para cada cuenca, y la elasticidad de la demanda agregada evaluada al precio de 35 pta/m<sup>3</sup> (incremento 30 pta/m<sup>3</sup>) y la cantidad 1.954 hm<sup>3</sup>, es -0,5.

Como se ha señalado en la sección 5.3.6, tanto en el Júcar como en el Segura, la demanda de agua solvente para un aumento de precio de 70 pta/m<sup>3</sup> 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 solo 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 de uso agrario solvente para el agua del trasvase con la asignación del PHN para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de los riegos (Cuadro 5.15), se comprueba que hay un problema de inconsistencia en la propuesta del PHN, y que la inconsistencia se da en las tres cuencas. En el Segura la *demanda solvente* es de 220 hm<sup>3</sup> y la asignación del PHN es de 362 hm<sup>3</sup>, muy superior a lo que pueden absorber los cultivos rentables al precio de agua del trasvase. En el Júcar, algunas comarcas de Alicante muestran el mismo problema de inconsistencia, al ser inferior la *demanda solvente* de agua que el volumen de sobreexplotación de acuíferos en esas comarcas. Finalmente en el Sur, a pesar de la amplia *demanda solvente*, la asignación del PHN es demasiado exigua y no cubre la sobreexplotación de acuíferos.

## 6 Resumen y Conclusiones

Este trabajo plantea la gestión de demanda de agua como alternativa a la política de oferta del trasvase del Ebro que propone el Plan Hidrológico Nacional. En el estudio se analiza la demanda de agua de la agricultura en las comarcas de las cuencas del Levante mediterráneo, para demostrar que una política de gestión de demanda con precios de agua más elevados que los actuales soluciona el problema de la escasez del recurso, sin necesidad de transferencias externas que deterioran las funcionalidades ecológicas de la cuenca cedente y de las cuencas receptoras. En el análisis económico de demanda de agua de la agricultura, se examinan los efectos de las alternativas sobre la superficie y producción de los cultivos, el valor de la producción, el margen neto, y la utilización del agua y de la mano de obra.

Para determinar los impactos en el sector agrario de las alternativas ante la escasez de agua se simulan dos escenarios. En el primer escenario se plantea como medida de gestión de demanda la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos sin transferencias de agua de otras cuencas, dado que la sobreexplotación de acuíferos no es sostenible por la degradación y el agotamiento a largo plazo de los acuíferos. En un segundo grupo de escenarios se plantea la elevación de los precios del agua como medida de gestión de demanda, con lo que se consigue determinar el precio del agua que equilibra la demanda global de agua de las cuencas de Levante con la oferta disponible en dichas cuencas. Una vez alcanzado el equilibrio entre la oferta y la demanda global a un precio más elevado, se podría reasignar el agua entre las comarcas en que haya excedentes y en las que persista la escasez.

El impacto sobre el sector agrario de incrementos hasta 30 pta/m<sup>3</sup> del precio del agua, es relativamente moderado y alcanza el 6 por cien de la producción final agraria (valor de la producción) y el 30 por cien de la renta neta (margen neto) de los agricultores, y el agua que deja de utilizarse en la agricultura permite cubrir las dotaciones del trasvase previstas en el PHN para uso agrícola y medioambiental, y más

de la mitad de la dotación de uso industrial y urbano. El resto de dotación de uso industrial y urbano ( $117 \text{ hm}^3$ ) podría cubrirse mediante desalación, mejora en la eficiencia de riego, o transferencias internas desde el oeste de la cuenca Sur. Para aumentos de precios superiores a  $30 \text{ pta/m}^3$ , se intensifica el impacto negativo sobre la producción y el margen neto de las actividades agrarias.

La viabilidad del trasvase del Ebro que propone el PHN se ha examinado simulando un incremento de  $70 \text{ pta/m}^3$  en el precio del agua. Esta simulación permite conocer la demanda de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas de Levante a precios de trasvase, y se comprueba que las dotaciones que asigna el PHN para uso agrario y medioambiental en la cuenca del Segura superan ampliamente la *demandasolvente* de agua a este precio, que los agricultores del Segura no podrán pagar.

### **6.1 Sostenibilidad del Plan Hidrológico Nacional**

El concepto de sostenibilidad está ligado al aumento del bienestar humano en el tiempo, y se basa en la idea de la no disminución de los distintos tipos de capital: capital creado por el hombre, capital natural, y capital humano y social. En la sostenibilidad débil se admite la sustitución entre los diferentes tipos de capital, y el requisito de sostenibilidad se cumple siempre que el stock de capital total se mantenga. En la sostenibilidad fuerte algún tipo de capital no es sustituible, por lo que no solo ha de mantenerse el capital total, sino que también se ha de mantener el capital específico que no es sustituible.

La sostenibilidad aplicada a los recursos hídricos implica la protección del capital natural formado por los sistemas hídricos que mantienen la funcionalidad ecológica de las cuencas. La cuenca del Ebro y las cuencas de Levante han experimentado una grave degradación de sus funcionalidades ecológicas en la segunda mitad del siglo veinte, y además este deterioro compromete las posibilidades de sustitución por otro tipo de capital. Hoy, el problema clave en las cuencas del Ebro y de Levante es frenar la

degradación del capital natural y restaurar las funcionalidades de los sistemas hídricos, por lo que el Plan Hidrológico Nacional debería garantizar unas acciones que no provoquen más degradación, sino que aseguren la mejora de la funcionalidad de los sistemas hídricos.

El PHN propone transferir agua de la cuenca del Ebro a las cuencas de Levante, y la cuestión esencial es identificar los elementos del capital natural que el trasvase deteriora, y si existen alternativas al trasvase preferibles desde el punto de vista económico y medioambiental.

Los elementos críticos que se pueden identificar en la cuenca del Ebro son la tendencia decreciente de caudal en el Valle del Ebro en las últimas décadas por la expansión del consumo de agua, y la progresiva degradación de la calidad del agua. Esta degradación es consecuencia de la contaminación puntual urbana e industrial, la contaminación difusa de las actividades agrarias (eutrofización y arrastre de sales), y la escasez de caudal en algunos tramos. Otra consecuencia negativa se deriva de que el trasvase requeriría aumentar la regulación para hacer frente a los períodos plurianuales de sequía, lo que supondría una mayor degradación de las funcionalidades ecológicas en la cuenca. Finalmente el trasvase deterioraría el Delta del Ebro por la disminución de caudal y la penetración más agresiva del agua salina.

La Unión Europea ha aprobado la Directiva Marco del Agua que adopta un nuevo enfoque en política del agua basado en la gestión de la demanda, la repercusión completa de costes incluyendo los medioambientales, y los estándares de caudales y contaminantes. La Directiva promueve los instrumentos económicos frente al aumento de la regulación del recurso, para evitar el despilfarro y reducir la degradación.

La alternativa de gestión de demanda al trasvase del Ebro que se propone en este estudio, va encaminada en la dirección de la Directiva Marco del Agua. Un aumento moderado del precio del agua en las cuencas de Levante de entre 20 y 30 pta/m<sup>3</sup>

reequilibra la demanda con la oferta de agua sin necesidad de transferencias externas a las cuencas de Levante. La insostenibilidad del trasvase se deriva del hecho de que el recurso hídrico no está valorado al coste completo de recuperación, ya que el precio medio del agua de uso agrario no supera las 5 pta/m<sup>3</sup> en casi todas las comarcas del Júcar y en algunas comarcas del Segura, y ese precio alcanza las 25 pta/m<sup>3</sup> en alguna comarca del Sur. Estos precios reducidos fomentan el despilfarro en un mercado del recurso racionado y con asignación administrativa.

Los precios del agua de uso agrario podrían seguir estando por debajo de los precios que pagan otros usuarios, pero la escasez del agua en Levante ha de solucionarse con unos precios por encima de 20 pta/m<sup>3</sup> que liberan la suficiente demanda de agua para resolver la escasez, con un efecto negativo moderado para los agricultores. Esta política de gestión de demanda es la que se ha analizado en este trabajo, y es preferible económica y medioambientalmente a la política de oferta del trasvase del Ebro.

## **6.2 Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos**

En la simulación del escenario de prohibición de la sobreexplotación de acuíferos como medida de gestión de demanda, la eliminación de la sobreexplotación reduce el uso del agua en la agricultura. La sobreexplotación de los acuíferos se ha determinado a partir de la documentación del Plan Hidrológico Nacional, del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, y de publicaciones de la Comunidad Autónoma de Valencia. Se han identificado las zonas donde se encuentran los acuíferos sobreexplotados y los volúmenes de sobreexplotación, que corresponden a 157 hm<sup>3</sup> en las comarcas de Castellón, Valencia y Alicante de la Confederación del Júcar, 226 hm<sup>3</sup> en las comarcas de Murcia y Alicante en la Confederación del Segura, y 71 hm<sup>3</sup> en las comarcas de Almería de la Confederación del Sur.

La simulación de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos se ha realizado reduciendo la disponibilidad de agua en las comarcas donde se localizan los acuíferos. 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.

Los efectos de la eliminación de la sobreexplotación se concentran en las comarcas donde se encuentran los acuíferos. En el Júcar y el Segura, la reducción de agua disponible y superficie cultivada afecta especialmente a los cultivos poco rentables. Por el contrario en el Sur, la reducción de agua y superficie cultivada afecta a cultivos muy rentables, ya que en las comarcas del Sur no hay posibilidad de abandonar cultivos poco rentables como los cereales.

Los resultados muestran que la eliminación de la sobreexplotación disminuye un 20 por cien la superficie cultivada, ingresos y renta neta para el conjunto de las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Gran parte de las pérdidas ocurren en las cuencas Sur y Segura; en la cuenca Sur se reducen los cultivos en invernadero, lo que provoca unas pérdidas superiores al 50 por cien de los ingresos y renta neta, que son las más elevadas en términos absolutos y relativos de las tres cuencas. El 67 por cien de las pérdidas de renta neta ocurren en Almería por la elevada renta neta de los cultivos de invernadero. En el Segura las pérdidas rondan el 20 por cien de los ingresos y renta neta, mientras que en el Júcar las pérdidas de ingresos y renta neta están por debajo del 5 por cien.

Las comarcas con mayores pérdidas son las que soportan mayor reducción en la disponibilidad de agua: Campo Dalías, Bajo Almanzora, y Campo Níjar-Bajo Andarax en Almería; y Valle del Guadalentín y Nordeste en Murcia. En Campo Dalías las pérdidas son de 62.900 millones de ingresos y 30.100 millones de renta neta, y en Valle de Guadalentín 17.300 millones en ingresos y 7.400 millones en renta neta.

Como conclusión se puede señalar que si la medida de gestión de demanda de agua que se toma es la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos, sin posibilidad

de transferencias de agua entre comarcas, la caída de superficie, ingresos y renta neta en el conjunto de las cuencas del Júcar, Segura y Sur es del 20 por cien. Estas pérdidas se concentran en el Sur con caídas de ingresos y renta neta superiores al 50 por cien. El Plan Hidrológico Nacional debería contemplar medidas de gestión de demanda que permitieran reasignar agua entre las comarcas de la Confederación del Sur, del oeste hacia el este, o desde otras cuencas adyacentes. La asignación de agua del trasvase que el PHN prevé para solventar la sobreexplotación de acuíferos (y mejora de garantía de riego) en el Sur es de solo 58 hm<sup>3</sup>, lo que es insuficiente ya que la sobreexplotación alcanza los 71 hm<sup>3</sup>, a diferencia de las asignaciones del trasvase previstas para el Júcar y el Segura que son mucho más generosas. Incluso si se realizara el trasvase, no podría solucionarse la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca Sur, por lo que será necesario en cualquier caso introducir medidas adicionales de gestión de demanda en la cuenca Sur que equilibren disponibilidades y usos.

Una recomendación que se deriva de estos resultados es que para minimizar los efectos de la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos en ausencia de transferencias de agua de otras cuencas, deberían establecerse mecanismos para la transferencia de agua entre comarcas en el interior de las cuencas del Sur, Segura y Júcar, que redujeran las pérdidas de ingresos y de margen neto de los agricultores.

### **6.3 Aumento del Precio del Agua y Reducción de las Transferencias Externas**

Un incremento de los precios del agua de uso agrario es una medida de gestión de demanda en línea con los principios que promueve la Directiva Marco del Agua, y que permite solucionar la escasez de agua en Levante al menor coste económico y medioambiental para la sociedad. La gestión de demanda mediante el incremento de precios sirve para equilibrar la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante, liberando recursos hídricos por abandono de cultivos poco rentables que podrían transferirse a zonas donde persista la escasez o la sobreexplotación de acuíferos.

También se hace una simulación de precios de agua al coste elevado de agua del trasvase, ya que este escenario facilita información sobre la propuesta del PHN de trasvasar agua para eliminar la escasez, y sirve para determinar la localización y volumen de demanda de agua de las comarcas con cultivos rentables que pueden absorber agua de trasvase a precio elevado.

El precio del agua que se paga actualmente en las cuencas de Levante depende en general de la escasez de agua en las comarcas. Se han establecido tres niveles de precios: 5 pta/m<sup>3</sup> en comarcas sin problemas de escasez o con escasez moderada, 15 pta/m<sup>3</sup> en comarcas con problemas de escasez y 20 pta/m<sup>3</sup> cuando la escasez es severa.

### **6.3.1 Incremento en 20 pta/m<sup>3</sup>**

Un aumento del precio del agua de 20 pta/m<sup>3</sup> en las cuencas de Levante reduce la demanda agraria de agua en 441 hm<sup>3</sup>, y provoca una caída del 4 por cien en los ingresos de los agricultores y del 21 por cien en su renta neta, por la disminución del cultivo de cereales y leñosos poco rentables. El impacto en ingresos y renta neta es mayor en el Segura y Júcar que en Almería; los ingresos caen un 8 por cien en el Segura y un 2 por cien en el Júcar, sin embargo la renta cae un 23 por cien en el Segura y un 30 por cien en el Júcar, debido al coste del agua que es un recurso con fuerte demanda en el Júcar. En Almería la caída de ingreso y margen es inferior al 1 y 6 por cien, respectivamente.

La reducción en 441 hm<sup>3</sup> de la demanda de agua es inferior pero no muy alejada de la dotación agraria y medioambiental de 561 hm<sup>3</sup> que el PHN establece para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego. El aumento de precio libera 141 hm<sup>3</sup> de agua en el Júcar, 263 hm<sup>3</sup> en el Segura y 37 hm<sup>3</sup> en el Sur, frente a las dotaciones de trasvase de 141 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 362 hm<sup>3</sup> en el Segura y 58 hm<sup>3</sup> en el Sur. Por lo tanto, con el incremento de precio disminuye el uso agrario de agua en un volumen suficiente para evitar la sobreexplotación de acuíferos tanto en el Segura como en el Júcar, y

también para cubrir una parte de la garantía de riego del Segura.<sup>17</sup> A este precio del agua de riego, el volumen de agua liberado en el uso agrario reduciría las necesidades de transferencias externas a las cuencas de Levante a 379 hm<sup>3</sup>, de los que 120 hm<sup>3</sup> se destinarían al uso agrario y medioambiental y 259 hm<sup>3</sup> al uso urbano e industrial.

El problema de sobreexplotación de acuíferos se resolvería mediante esta medida de gestión de demanda, y el resto de dotaciones para garantía de riego y uso urbano e industrial, mediante un trasvase del Ebro de 379 hm<sup>3</sup> con una dimensión mucho menor que la actual propuesta del PHN de 820 hm<sup>3</sup>. Esta solución tiene un coste moderado para los agricultores, medido por una caída entorno del 4 por cien de sus ingresos y del 21 por cien de su renta neta. La pérdida de 49.000 millones en renta neta de los agricultores, mide la compensación que podría ofrecerse por la administración central o comunitaria, para que los agricultores aceptáran la subida de precios del agua.

### **6.3.2 Incremento en 30 pta/m<sup>3</sup>**

El aumento del precio del agua en 30 pta/m<sup>3</sup> reduce en 703 hm<sup>3</sup> la demanda agraria de agua en las cuencas de Levante, con una caída del 6 por cien en los ingresos y del 30 por cien en la renta neta al dejar de cultivarse los cereales y reducirse la superficie de leñosos. El impacto en ingresos es mayor en el Segura (-11%) que en el Júcar (-5%), pero el impacto en la renta neta es superior en el Júcar (-44%) que en el Segura (-31%) por la mayor especialización del Segura en hortalizas por el elevado consumo de agua en el Júcar a un precio elevado. En Almería, las pérdidas de ingresos (-2%) y de renta neta (-8%) son moderadas.

La contracción de la demanda agraria en las tres cuencas es de 703 hm<sup>3</sup>, una cifra cercana a los 820 hm<sup>3</sup> de dotación de agua de trasvase que el PHN asigna a las tres cuencas para uso urbano e industrial (259 hm<sup>3</sup>) y para cese de sobreexplotación de

---

<sup>17</sup> En el Segura, la sobreexplotación de acuíferos es 226 hm<sup>3</sup> y la garantía de riego 136 hm<sup>3</sup>.

acuíferos y garantía de riego ( $561 \text{ hm}^3$ ). La subida de precios provoca una caída de demanda de  $325 \text{ hm}^3$  en el Júcar,  $327 \text{ hm}^3$  en el Segura y  $51 \text{ hm}^3$  en el Sur, lo que casi cubre las dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de  $300 \text{ hm}^3$  en el Júcar,  $420 \text{ hm}^3$  en el Segura, y  $100 \text{ hm}^3$  en el Sur (Cuadro 2.2).

Transfiriendo los  $25 \text{ hm}^3$  ( $325-300$ ) de excedente del Júcar hacia el Segura, solo habría un déficit en el Segura de  $68 \text{ hm}^3$  ( $327+25-420$ ) y de  $49 \text{ hm}^3$  ( $51-100$ ) en el Sur. Estos déficits 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 desde el oeste de la cuenca. En Almería, la desalación es una alternativa de aumento de oferta que tiene un coste mucho menor que el agua del trasvase del Ebro, ya que el coste de desalación es de unas  $60 \text{ pta/m}^3$  y podría abastecer regadíos cercanos al mar de la comarca de Campo Dalías, donde el problema de sobreexplotación de acuíferos es más grave ( $51 \text{ hm}^3$ ).

Esta medida de gestión de demanda de incrementar los precios del agua en  $30 \text{ pta/m}^3$ , soluciona la escasez de agua 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 como alternativa a las transferencias desde el Valle del Ebro, por los responsables de la toma de decisiones en las administraciones autonómica, central y comunitaria, y por los grupos políticos y de presión.

El coste para los agricultores de Levante de esta medida no es excesiva, y representa una caída del 6 por cien en el valor de la producción y del 30 por cien en el margen neto, con una pérdida en la utilización de la mano de obra del 9 por cien. La compensación para que los agricultores aceptaran voluntariamente esta subida de precios viene dada por los 70.400 millones de renta neta anual que pierden, y que podría pagar la administración o los otros grupos de usuarios del agua, en lugar de que la sociedad realice la inversión del trasvase. Esta inversión supera el billón de pesetas, y podría producir una rentabilidad superior a los 70.400 millones anuales en inversiones alternativas al trasvase.

### 6.3.3 Inconsistencia de la asignación comarcal del trasvase que propone el PHN

La simulación de un escenario de un aumento de 70 pta/m<sup>3</sup> en el precio del agua de uso agrario, facilita información sobre la propuesta del PHN de trasvasar agua del Ebro para cubrir la actual escasez, sin medidas de racionalización de la demanda de agua. El análisis sirve para conocer cuales son las comarcas especializadas en cultivos rentables y el volumen de agua de trasvase que pueden absorber a estos altos precios.

El PHN evalúa el coste medio de agua de trasvase en 55 pta/m<sup>3</sup> en la red primaria, lo que supone unas 75 pta/m<sup>3</sup> en parcela. Por ello, se ha considerado que el agua de trasvase supondrá un incremento de 70 pta/m<sup>3</sup> sobre el precio que los agricultores pagan actualmente, y este elevado precio del agua solo podrá pagarse en comarcas con cultivos de alta rentabilidad.

El volumen de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas de Levante para un aumento de precios de 70 pta/m<sup>3</sup> es de 560 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 220 hm<sup>3</sup> en el Segura y 119 hm<sup>3</sup> en el Sur (Cuadro 5.13), frente a la asignación de agua del trasvase para uso agrícola y medioambiental que propone el PHN y que es de 141 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 362 hm<sup>3</sup> en el Segura y 58 hm<sup>3</sup> en el Sur. En consecuencia, en la cuenca del Segura hay un problema de inconsistencia en la propuesta de trasvase del PHN, ya que esta cuenca solo puede absorber 220 hm<sup>3</sup> de agua de uso agrario al precio de agua del trasvase, lo que no cubre la asignación del PHN de 362 hm<sup>3</sup> para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego, en un volumen de 142 hm<sup>3</sup>. La situación de desequilibrio más grave se da en las comarcas Nordeste o Altiplano, Valle del Guadalentín, Campo de Cartagena, y Vega del Segura.

En la cuenca del Júcar, la demanda global de agua de uso agrario a precio de trasvase es mayor que la asignación del PHN para agricultura y medioambiente, sin embargo también es inconsistente la propuesta del PHN, porque en varias comarcas de Alicante y Valencia el volumen de sobreexplotación de acuíferos es similar o superior a

la demanda de uso agrario a precio de trasvase o *demanda solvente*. Los agricultores no podrán pagar en estas comarcas un volumen de agua de trasvase igual a la sobreexplotación, por lo que la sobreexplotación continuará. Es el caso de las comarcas de Camp de Morvedre, Baix Vinalopó, Alt Vinalopó, y Marina Baixa.

En consecuencia, la propuesta del PHN no elimina la sobreexplotación de acuíferos por los agricultores en la cuenca del Segura y en algunas comarcas de la cuenca del Júcar, al no poder pagar los agricultores el elevado precio del agua del trasvase. Esta incoherencia de la propuesta del PHN demuestra la superioridad de las políticas de gestión de demanda de agua mediante precios más elevados como las señaladas en las secciones 6.3.1 y 6.3.2, sobre la política de aumento de la oferta de agua del PHN que tiene un coste enorme para la sociedad. La gestión de demanda es superior tanto desde el enfoque económico de análisis de oferta y demanda, como desde un enfoque de sostenibilidad por las razones señaladas en la sección 6.1.

#### **6.4 Comparación de los Resultados con el Plan Hidrológico Nacional**

El documento de análisis económico del Plan Hidrológico Nacional examina los efectos del trasvase sobre la renta neta, la producción final agraria y la mano de obra del sector agrario en el regadío de las cuencas del Segura, Júcar y Sur (MIMAM 2000b). La evaluación del PHN sobre el sector agrario se realiza evaluando dos aspectos: la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos y la mejora de la garantía de riego.

El procedimiento utilizado en el PHN adolece de excesiva simplicidad, ya que parte del volumen de agua a transferir desde el Ebro para eliminar la sobreexplotación de acuíferos y garantizar el regadío, sin justificar este volumen a transferir. La cifra del volumen a transferir se divide por la dotación normal de riego en la zona en metros cúbicos por hectárea, y de esa forma se calcula cual puede ser la superficie afectada. Una vez calculada la superficie afectada, el PHN estima la renta neta multiplicando esta superficie por 0,7 millones de pesetas por hectárea, que es la renta neta por hectárea que se considera representativa en las zonas de escasez de agua.

El agua que se transfiere a las superficies afectadas por sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos alcanza un volumen de 339 hm<sup>3</sup> para eliminación de sobreexplotación de acuíferos y de 222 hm<sup>3</sup> para garantía de riego para el conjunto de las cuencas del Júcar, Segura y Sur. La suma de transferencias para eliminación de sobreexplotación y garantía de riego, se distribuye por cuencas de la siguiente forma: 141 hm<sup>3</sup> para el Júcar, 362 para el Segura y 58 para el Sur.<sup>18</sup>

A partir de las cifras de 339 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación y 222 hm<sup>3</sup> de garantía, el PHN deduce la superficie de riego afectada: la superficie bajo sobreexplotación se calcula dividiendo los 339 hm<sup>3</sup> por una dotación media de 6.780 hm<sup>3</sup>/ha, y se obtiene una superficie de 50.000 ha; la superficie bajo insuficiente garantía de riego se calcula dividiendo los 222 hm<sup>3</sup> por una dotación media de 5.500 hm<sup>3</sup>/ha, y se obtiene una superficie de 40.364 ha. El procedimiento utilizado en el PHN es excesivamente simple y poco fundamentado, y por tanto los resultados son en el mejor de los casos aproximados. El procedimiento utilizado en este trabajo proporciona una precisión mucho mayor al incorporar por comarcas la superficie de cada cultivo, información meteorológica para calcular las necesidades de riego de los cultivos y la demanda de agua de riego, información técnica sobre rendimientos y costes, e información sobre sistemas de riego.

#### 6.4.1 Renta Neta

El concepto de renta neta que utiliza el PHN a nivel agregado,<sup>19</sup> coincide con el margen neto utilizado en este trabajo a nivel comarcal. El PHN estima los siguientes resultados: hay 50.000 ha afectadas por sobreexplotación y 40.364 ha afectadas por

---

<sup>18</sup> La cifra de 362 hm<sup>3</sup> para la cuenca del Segura no coincide con el documento de Análisis de los Sistemas Hidráulicos del PHN (pág. 235), que estima en 403 hm<sup>3</sup> la suma de sobreexplotación (174 hm<sup>3</sup>) e infradotación (229 hm<sup>3</sup>). En el documento de Análisis Económicos del PHN se afirma que la sobreexplotación es de 174 hm<sup>3</sup> en el Segura y de 70 hm<sup>3</sup> en el Sur (parece que los restantes 95 hm<sup>3</sup> hasta alcanzar el total de 339 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación corresponden al Júcar). La cifra de 70 hm<sup>3</sup> de sobreexplotación en la cuenca Sur no cuadra con la transferencia de 58 hm<sup>3</sup> para sobreexplotación y garantía de la cuenca Sur.

<sup>19</sup> La relación entre Producción Bruta, VAB y Renta Neta es la siguiente:  
 Producción Bruta (Valor de la producción) - consumos intermedios  
 VABpm + subvenciones-impuestos  
 VABcf -amortizaciones  
 VANcf -remuneraciones asalariados – alquileres e intereses  
 Renta Neta (o Margen Neto en los Costes de MAPA)

garantía de riego en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. La valoración anual de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos es 35.000 millones de renta neta.<sup>20</sup> Es decir, el agotamiento de los acuíferos dejaría improductivas 50.000 ha con una pérdida de renta neta de 35.000 millones. En cuanto a la garantía de riegos, su valoración anual alcanza los 1.978 millones de renta neta.<sup>21</sup>

En este trabajo, la valoración del efecto de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos sobre la renta neta se ha estimado en 50.600 millones para los cultivos estudiados en las tres cuencas de Levante, que se distribuyen en 4.000 millones de pérdidas en el Júcar, 12.700 millones en el Segura, y 33.900 millones en el Sur. Si se tienen en cuenta todos los cultivos en regadío de las tres cuencas, la valoración del efecto es de 64.100 millones.<sup>22</sup>

Es de destacar que casi el 70 por cien de las pérdidas ocurren en Almería, por la enorme renta neta de los cultivos de invernadero (1,5 millones de pesetas por ha y la caída de 13.300 ha del cultivo de invernadero). Sin embargo la propuesta del PHN solo asigna a Almería 58 hm<sup>3</sup> para sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego sobre los 543 hm<sup>3</sup> de total de dotación de trasvase para este fin a Levante. La dotación a Almería de 58 hm<sup>3</sup> ni siquiera cubre la sobreexplotación de acuíferos de las comarcas que es 71 hm<sup>3</sup>, lo que demuestra que el trasvase no tiene una justificación económica que se apoye en la agricultura de Levante. Almería es la zona donde se produce la mayor parte del impacto económico de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos, pero no recibe la suficiente asignación para eliminar la sobreexplotación, a diferencia del Segura que recibe 362 hm<sup>3</sup> para usos agrícolas y medioambientales, 136 hm<sup>3</sup> por encima de la sobreexplotación. Además, como ya se ha señalado en la sección 6.3.3, la cuenca del Segura y varias comarcas de la provincia de Alicante en la cuenca del Júcar, no pueden absorber la dotación del PHN para uso agrícola y medioambiental,

---

<sup>20</sup> 35.000 = 0,7 mill./ha (renta neta) \* 50.000 ha. El máximo de 42.000 millones se alcanza en el año 45 del trasvase.

<sup>21</sup> 1.978 = 0,7 mill./ha (renta neta) \* 0,07 (el 7%) \* 40.364 ha. Se supone que la disminución en porcentaje de la renta neta es la mitad que la del suministro hídrico (-15% suministro hídrico causa -7% de renta neta).

<sup>22</sup> La caída de renta neta de 64.100 millones para todos los cultivos es la suma de la caída de renta neta de 4.800 millones en el Júcar (4.000 \* 1,21; ya que hay un 21% adicional de superficie regada de cultivos no estudiados en el Júcar), 15.900 millones en el Segura (12.700 \* 1,25 por el 25% de regadío adicional), y 43.400 millones en el Sur (33.900 \* 1,28 por el 28% de regadío adicional).

porque los agricultores no pueden pagar el precio del agua de trasvase al no tener estas comarcas cultivos suficientemente rentables.

La diferencia entre la valoración de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos del presente trabajo, 64.100 millones, con el PHN que lo estima en 35.000 millones, es de 29.100 millones al año. El PHN añade 2.000 millones de valoración de garantía de riegos, que la valoración del presente trabajo incluye, ya que el modelo utilizado incorpora actividades de cultivo con déficit de riego y menor rendimiento. Por tanto se debería comparar la valoración de 64.100 millones del presente trabajo con los 37.000 millones de la evaluación del PHN.

Realizando una estimación para todos los cultivos en regadío de las tres cuencas, la renta neta de Murcia es de 70.200 millones, y la eliminación de la sobreexplotación en Murcia produce una caída de renta neta de 15.500 millones, mientras que la producción final agraria (PFA, estrictamente producción final vegetal) de Murcia en 1998 es 169.000 millones, y el efecto de la eliminación de sobreexplotación sobre la PFA es de 40.200 millones.<sup>23</sup> La renta neta de la Comunidad Valenciana es 135.000 millones y la PFA 283.000 millones, y el cese de sobreexplotación provoca una caída de 5.200 millones en la renta neta y de 12.700 millones en la PFA. En Almería la renta neta es 82.500 millones y la PFA 167.600 millones, y el cese de sobreexplotación reduce la renta neta en 43.400 millones y la PFA en 89.700 millones. El PHN no da estimaciones por provincias del efecto de la sobreexplotación de acuíferos sobre la renta neta y la PFA, aunque si estima una PFA de 159.000 millones en Murcia, 331.000 en la Comunidad Valenciana, y 233.000 en Almería, cifras razonablemente cercanas a las de este estudio para Murcia y la Comunidad Valenciana, aunque en Almería la estimación del PHN es algo mayor que la de este trabajo.

---

<sup>23</sup> La renta neta de todos los cultivos de Murcia es 70.200 millones, que es el resultado de multiplicar 56.200 millones de renta neta de los cultivos estudiados por 1,25 (ya que hay un 25% adicional de superficie regada de cultivos no estudiados en Murcia). Las pérdidas de renta neta en Murcia por cese de sobreexplotación son 15.500 millones para todos los cultivos (12.400 millones para los cultivos estudiados). Las cifras de PFA son valor de la producción 169.000 (135.000 \* 1,25) y caída del valor de la producción 40.200 (32.100 \* 1,25). Los valores 135.000 y 32.100 son el valor de la producción y la caída del valor de la producción de los cultivos estudiados. De forma similar se calcula la renta neta y la PFA para todos los cultivos de la Comunidad Valenciana y Almería.

#### 6.4.2 Mano de obra

La mano de obra de Murcia se ha estimado en 38.000 UTA para los cultivos estudiados, o 47.000 UTA para todos los cultivos de Murcia ( $38.000 * 1,25$ ), con una equivalencia de 1UTA = 1.800 horas. El efecto de la eliminación de acuíferos es de 8.900 UTA para los cultivos estudiados o 11.200 UTA para todos los cultivos. El PHN estima el empleo directo de Murcia en 48.346 para 1997 o en 0,304 empleos/ha frente a los 0,316 empleos/ha del presente trabajo (47.000 UTA/148.500 ha).

En la Comunidad Valenciana la mano de obra es 73.400 UTA para los cultivos estudiados o 88.800 UTA para todos los cultivos ( $73.400 * 1,21$ ), con una reducción de la mano de obra al eliminar la sobreexplotación de 4.200 UTA para los cultivos estudiados y 5.100 UTA para todos los cultivos. La mano de obra en Almería es 27.000 UTA para los cultivos estudiados y 33.900 UTA para todos los cultivos ( $27.000 * 1,28$ ), y el cese de sobreexplotación provoca una caída de 13.400 UTA en los cultivos estudiados y 17.200 UTA en todos los cultivos. El PHN estima la mano de obra en la Comunidad Valenciana y Almería en 92.452 y 40.408 empleos, lo que se acerca razonablemente a las 88.800 y 33.900 UTA estimadas en este trabajo.

El PHN señala que en el Plan Hidrológico del Segura los empleos en la cuenca del Segura se estiman en 76.000, que sin trasvase caerían a 52.000 (-24.000) y con trasvase aumentarían a 102.000 (+26.000).<sup>24</sup> En el presente trabajo, los empleos en las comarcas de Murcia y Alicante de la cuenca del Segura para los cultivos estudiados son 47.700 UTA, o 59.600 UTA para todos los cultivos. Si se estiman para toda la superficie de la cuenca del Segura (añadiendo el regadío de Castilla-la Mancha y Andalucía), se alcanzan las 82.000 UTA que se acercan a los 76.000 empleos del Plan Hidrológico del Segura. El presente estudio evalúa la caída del empleo en las comarcas de Murcia y Alicante de la cuenca del Segura por eliminación de sobreexplotación en 16.700 UTA para los cultivos estudiados y 20.800 UTA para todos los cultivos, lo que está por debajo de las pérdidas de 24.000 empleos que señala el PHN.

---

<sup>24</sup> Es difícil comprender de donde sale esta expansión de la mano de obra; según el PHN la caída en renta neta al eliminar la sobreexplotación de acuíferos es 35.000 millones (caída de 24.000 empleos), y el aumento en renta neta por garantía de riego es de 1.978 millones (¿aumento de 26.000 empleos?).

## 6.5 Consideraciones Finales

El análisis de los impactos en el sector agrario de las alternativas a la escasez de agua en Levante, muestra que la primera alternativa considerada *prohibición de la sobreexplotación de acuíferos* como medida de gestión de demanda sin trasvases externos de agua, provoca en las cuencas de Levante una caída de la superficie cultivada que reduce en un 20 por cien la producción final agraria y la renta neta. Esta alternativa sería especialmente perjudicial para Almería, ya que la prohibición de la sobreexplotación afectaría de forma grave a las producciones de invernadero, mientras que en el Segura y el Júcar los efectos negativos se compensarían en parte con la reducción de la producción de cultivos poco rentables. El grado mayor o menor de impacto de esta alternativa depende de la reasignación de agua disponible entre las zonas en que hay escasez. En caso de ausencia de transferencias de otras cuencas, se deberían establecer mecanismos de gestión de la demanda de agua y de transferencia de agua entre comarcas que suavicen los efectos de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos.

La segunda alternativa considerada ha sido el *incremento del precio del agua de riego*. Esta medida de gestión de demanda sirve para equilibrar la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante, y esta en línea con los criterios de la Directiva Marco del Agua que promueve los instrumentos económicos en lugar de las políticas de expansión de la oferta. Los precios del agua de uso agrario pueden seguir estando por debajo de los que pagan otros grupos de usuarios, pero la escasez en las cuencas de Levante ha de solucionarse con un incremento razonable de precios que libere del uso agrario un volumen de recursos hídricos suficiente, con un efecto moderado 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/m<sup>3</sup>* del precio del agua de riego en las cuencas de Levante reduce la demanda de agua en 441 hm<sup>3</sup>, cifra inferior pero no muy alejada de la dotación de 561 hm<sup>3</sup> que el PHN establece para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego (Cuadro 6.1). La disminución de la demanda de uso agrario cubre la

Cuadro 6.1. Escenarios de demanda de agua en Levante y propuesta del PHN (hm<sup>3</sup>).

	Cuenca del Júcar	Cuenca del Segura	Cuenca Sur	Total Levante
<b>Reducción de Demanda de Agua de Uso Agrario</b>				
por prohibición de sobreexplotación de acuíferos	157	226	71	454
por incremento de precio en 20 pta/m <sup>3</sup>	141	263	37	441
por incremento de precio en 30 pta/m <sup>3</sup>	325	327	51	703
<b>Dotación PHN</b>				
total usos	300	420	100	820
uso agrario y medioambiental	141	362	58	561
uso urbano e industrial	159	58	42	259
<b>Demanda Solvente de Agua de Uso Agrario</b>				
a precio de trasvase ( $\Delta$ 70 pta/m <sup>3</sup> )	560	220	119	899

sobreexplotación de acuíferos en el Segura y en el Júcar y parte de la garantía de riegos en el Segura. A este precio del agua, el volumen de demanda liberado en el uso agrario reduciría a 379 hm<sup>3</sup> la necesidad de trasvase externo a las cuencas de Levante, de los que 120 hm<sup>3</sup> se destinarían al uso agrario y medioambiental, y 259 hm<sup>3</sup> al uso urbano e industrial.

El problema de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego se resolvería con esta medida de gestión de demanda de agua y un trasvase del Ebro de 379 hm<sup>3</sup> que tendría una dimensión mucho menor que la propuesta actual del PHN. Esta solución tiene un coste moderado para los agricultores de Levante, de alrededor del 4 por cien de sus ingresos y del 21 por cien de su renta neta. La pérdida de 49.000 millones de renta neta anual de los agricultores mide la compensación que podría ofrecer la administración para que los agricultores acepten voluntariamente la subida de 20 pta/m<sup>3</sup> en el precio del agua. Las administraciones autonómicas de la cuenca cedente deberían negociar esta alternativa con el gobierno central, que reduce la dimensión del trasvase a Levante de 820 a 379 hm<sup>3</sup>.

Un *incremento de 30 pta/m<sup>3</sup>* del precio de agua de riego en las cuenca de Levante reduce en 703 hm<sup>3</sup> la demanda agraria de agua, un volumen cercano a los 820 hm<sup>3</sup> de dotación de agua de trasvase que el PHN asigna a las tres cuencas para uso urbano e industrial (259 hm<sup>3</sup>) y para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego

(561 hm<sup>3</sup>). La caída de demanda de 325 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 327 hm<sup>3</sup> en el Segura y 51 hm<sup>3</sup> en el Sur casi llega a cubrir las dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de 300 hm<sup>3</sup> en el Júcar, 420 hm<sup>3</sup> en el Segura, y 100 hm<sup>3</sup> en el Sur. Esta reasignación de la demanda permite abastecer internamente las necesidades de las tres cuencas equilibrando los usos y disponibilidades de agua. Transfiriendo los 25 hm<sup>3</sup> (325-300) de excedente del Júcar al Segura, solo habría un déficit de 68 hm<sup>3</sup> en el Segura (327+25-420) y de 49 hm<sup>3</sup> (51-100) en el Sur, que podrían cubrirse con medidas como desalación y mejora de eficiencia de riego, o en el caso de la cuenca Sur con transferencias desde el oeste de la cuenca.

Esta medida de subir los precios 30 pta/m<sup>3</sup> debería ser considerada seriamente como alternativa a las enormes inversiones 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 y representa una caída del 6 por cien de los ingresos y del 30 por cien de la renta neta de los agricultores. La compensación necesaria para que los agricultores de Levante aceptaran voluntariamente la subida de precios es igual a los 70.400 millones 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 superior al billón de pesetas, y que podría generar una rentabilidad superior a los 70.400 millones anuales en inversiones alternativas.

Otra crítica a la propuesta de trasvase del PHN surge como consecuencia de los resultados de este estudio, que demuestran 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 de 362 hm<sup>3</sup> para uso agrario y medioambiental que fija el PHN, y los agricultores tampoco pueden absorber esta dotación en varias comarcas de Alicante y Valencia 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 Segura y en algunas comarcas de Alicante y Valencia 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.<sup>25</sup> Esta opción es francamente injustificable tanto desde la perspectiva económica como desde la perspectiva del equilibrio territorial y la perspectiva medioambiental, 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 las Comunidades Autónomas 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/m<sup>3</sup> con un trasvase del Ebro de 379 hm<sup>3</sup>*, *incremento del precio de 30 pta/m<sup>3</sup> sin trasvase*, y *la alternativa de trasvase de 820 hm<sup>3</sup> 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.

La mejor opción para la sociedad sería el aumento del precio del agua que equilibre los usos y disponibilidades de agua en Levante sin recurrir al agua del Valle del Ebro, por las razones económicas, medioambientales y de equilibrio territorial que se han analizado. Pero ante la decisión firme del Gobierno central de llevar a cabo el

---

<sup>25</sup> La opción de subvencionar el agua de trasvase de uso agrario sería costosa para los usuarios no agrarios del Segura. El agua de trasvase con destino urbano e industrial en el Segura es 58 hm<sup>3</sup>, y para poder subvencionar en 50 pta/m<sup>3</sup> los 362 hm<sup>3</sup> de uso agrario y medioambiental (18.100 millones) sería necesario establecer un recargo de 300 pta/m<sup>3</sup> sobre la dotación de trasvase de uso urbano e industrial, que habría que sumar al coste del agua de trasvase. Otra alternativa sería establecer el recargo sobre el actual uso urbano e industrial en la región de Murcia (74 hm<sup>3</sup>) y la dotación de trasvase de uso urbano e industrial (58 hm<sup>3</sup>). El precio del agua de uso urbano e industrial en Murcia es 165 pta/m<sup>3</sup> (INE 2001) y el coste del agua de trasvase puede estimarse en unas 75 pta/m<sup>3</sup>, con lo que el recargo de 18.100 millones supondría un precio conjunto para los 132 hm<sup>3</sup> de uso urbano e industrial (uso actual más dotación trasvase) de unas 265 pta/m<sup>3</sup>, un precio similar al que se paga en Canarias.

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, consiste en permitir que los precios del agua se incrementen moderadamente en unas 20 pta/m<sup>3</sup>, lo que reduciría el uso agrario del agua con un impacto moderado sobre los ingresos y renta neta de los agricultores por abandono del regadío en las actividades de cultivo menos rentables.

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 internalizarían en sus actividades privadas de producción el coste social de la externalidad que supone la provisión del recurso hídrico y el agotamiento de los acuíferos.

## **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<sup>a</sup> Isabel Sánchez (CEBAS), Joaquín Gómez (SIA), Pedro Segura y Patricio Rosas (Siecós Consultores), Roberto Sancho (MAPA), Antonio Martínez y Sergio Lecina (CSIC-Aula Dei), Fulgencio Pérez (Gobierno de Murcia), 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.

## Referencias Bibliográficas

- Albiac J., M. Mema, J. Tapia, M. Feijoo y E. Calvo. 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., L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. *Irrigation and Drainage Paper* 56. FAO. Roma.
- Berbel J., J. Jiménez, A. Salas, J. Gómez-Limón y A. Rodríguez. 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.
- Caballero P., M. de Miguel, y J. Julia. 1992. *Costes y precios en hortofruticultura*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Calatrava J. y R. Cañero. 2000. Productivity and cultivation costs analysis in plastic greenhouses in the Níjar (Almería) area. *Acta Horticulturae*. En prensa.
- Colino J. y P. Noguera. 1998. *La Agricultura Murciana: Especialización Hortofrutícola e Intensificación*. En M. Molina, C. Muñoz y L. Ruiz (Editores) *El Sector Agrario. Análisis desde las Comunidades Autónomas*. MAPA-MundiPrensa. Madrid.
- Common M. y C. Perrings. 1992. Towards an Ecological Economics of Sustainable Development. *Ecological Economics* 6 (1): 7-34.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. 1998. *Estudio de la Calidad Ecológica Integral del Río Ebro. Documento I: Síntesis de Resultados*. Área de Calidad de Aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro. MIMAM. Madrid.
- Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. 1994. *Programa Alimentario de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Cuenca R. 1989. *Irrigation system design: an engineering approach*. Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Gil A. y J. García. 1998. *El Sector Agrario Valenciano*. En M. Molina, C. Muñoz y L. Ruiz (Editores) *El Sector Agrario. Análisis desde las Comunidades Autónomas*. MAPA-MundiPrensa. Madrid.
- Hanley N., J. Shogren y B. White. 1997. *Environmental Economics in Theory and Practice*. Oxford University Press. Nueva York.
- Instituto Nacional de Estadística. 2001. *Estadísticas del Agua 1999*. INE. Madrid.
- Jiménez-Beltrán D. 2001. *Reflexiones sobre el proyecto de Plan Hidrológico Nacional*. Nota elaborada a petición del Ministerio de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Martínez-Cob A., J. Faci y A. Bercero. 1998. *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*. Instituto Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza. 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 Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente - Ministerio de Industria y Energía. 1995. *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*. DGOH-DGCA-ITGE. MOPTMA-MINER. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente. 1998. *Libro Blanco del Agua en España*. Edición preliminar. MIMAM. Madrid.

- Ministerio de Medio Ambiente. 2000 a. *Análisis de los Sistemas Hidráulicos. Plan Hidrológico Nacional*. MIMAM. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2000 b. *Análisis Económicos. Plan Hidrológico Nacional*. MIMAM. Madrid.
- Pearce D. 2000. Public Policy and Natural Resources Management. A Framework for Integrating Concepts and Methodologies for Policy Evaluation. Directorate General Environment. European Commission. Bruselas.
- Quintanilla A., S. Castaño, J. García, E. Navarro y J. Montesinos. 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*. Secretaría de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Valladolid. Valladolid.
- Sumpsi J., A. Garrido, M. Blanco, C. Varela y E. Iglesias. 1998. *Economía y política de gestión del agua en la agricultura*. MAPA-MundiPrensa. Madrid.
- Sumpsi J. y C. Varela. 2001. *Case study 2: Greenhouse irrigation in "Campo de Dalías"*. En J. Dwyer (Coordinador), *The Environmental Impacts of Irrigation in the European Union*. Dirección General de Medio Ambiente de la Unión Europea. Bruselas.