

EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ALMERIENSE. FLUJOS DE AGUA VIRTUAL E IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

Beltrán, M.J.* , Velásquez, E.** y Madrid, C.*

**Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental (ICTA). Universidad Autónoma de Barcelona*

***Departamento de Economía. Universidad Pablo de Olavide*

RESUMEN

El Agua Virtual (AV) y la Huella Hídrica (HH), se presentan como indicadores que, definidos desde las perspectivas de la producción y del consumo, nos muestran la relación entre las zonas productoras de bienes agrícolas y las zonas consumidoras de dichos productos. El primer importador de AV en forma de productos agrícolas almerienses es Alemania, con un total de 20.06 hm³ que supone el 32.95% del total de AV exportada por Almería hacia los mayores importadores.

La provincia de Almería, gracias a la producción hortícola intensiva ha experimentado un importante desarrollo socioeconómico en el último tercio del siglo XX. Sin embargo desde mitad de los 90, la importante productividad agrícola, en combinación con el desarrollo turístico, ha propiciado la sobreexplotación de las aguas subterráneas de la región, encontrándose gran parte de las masas de agua subterráneas de la provincia en riesgo de no cumplir los objetivos fijados por la Directiva Marco de Aguas.

En esta investigación, el estudio contextualizado de los flujos de Agua Virtual se plantea como un acercamiento a los impactos sobre las masas de agua subterránea que genera el modelo agrícola almeriense.

Palabras clave: Agua Virtual, Huella Hídrica, Impactos sobre los recursos hídricos, Modelo de producción agrícola, Binomio producción-consumo.

1. INTRODUCCIÓN

Almería, situada en el extremo oriental de la Comunidad Autónoma Andaluza, se caracteriza porque, pese a ser una de las regiones más áridas de España, es a su vez una de las zonas de mayor productividad agrícola del país. Más de la mitad de la producción agrícola (55.7% durante el 2002) se destina a la exportación fuera de las fronteras de España (Molina, 2004), siendo la provincia andaluza que durante el año 2004 presentó los mayores valores de exportación de Agua Virtual. Para el caso que nos ocupa, es de destacar que Alemania en 2004 es el primer país importador de Agua Virtual en forma de productos agrícolas provenientes de la citada región. La producción hortícola intensiva ha favorecido el desarrollo económico de la provincia en el último tercio del siglo XX pasando de ser una de las regiones más pobres del país a ser, actualmente, una zona económicamente próspera. La conjunción de factores, tales como la progresiva incorporación de tecnologías al proceso productivo, el desarrollo histórico de la región, el modelo de comercialización (todo ello amparado por el marco institucional que rige el mercado sobre el cual se ha desarrollado el modelo) y, por supuesto, la existencia de recursos hídricos y el elevado índice de insolación, han sido las claves del éxito del modelo agrícola de la provincia. Sin embargo, desde mitad de los 90, la importante productividad agrícola, en combinación con el desarrollo turístico de Almería, ha propiciado la sobreexplotación de las aguas subterráneas de la región, encontrándose gran parte de las masas de agua subterráneas de la provincia, en riesgo de no cumplir los objetivos fijados por la Directiva Marco de Aguas (Agencia Andaluza del Agua, 2005). Por ello, se puede pensar que el modelo de desarrollo agrícola y comercial, de clara vocación exportadora, ha tenido lugar en base a una gestión no integrada del agua y el territorio en la zona, dando lugar a la sobreexplotación de las masas de aguas mencionadas.

En esta investigación, el estudio contextualizado de los flujos de Agua Virtual cumple un doble objetivo; ya que el acercamiento a los requerimientos de agua del modelo agrícola almeriense y a los flujos de agua que conlleva el modelo comercial asociado nos permite relacionar los mismos con los impactos sobre las masas de agua subterránea que generan en la región. Para ello se presenta en primer lugar, un acercamiento a la realidad agrícola almeriense y los requerimientos hídricos que tiene. En segundo lugar, damos paso a las estimaciones del AV asociadas a la exportación de los principales cultivos que produce esta región, siendo Alemania, como primer país importador de AV en forma de productos agrícolas desde Almería, el utilizado como ejemplo. En tercer lugar analizamos la situación de las masas de agua subterráneas en la región. Para finalizar, se presenta la discusión que da paso a las principales conclusiones derivadas de este trabajo.

2. EL MODELO AGRÍCOLA ALMERIENSE

Los inicios del actual modelo agrícola almeriense se remontan a mediados del siglo XX. El Instituto Nacional de Colonización¹ jugó un importante papel en el origen de este modelo productivo pues fue la fuerza motriz que impulsó la investigación de las aguas subterráneas en la provincia con el objetivo de poblar las zonas rurales de Almería (Castellana, 2003)², despobladas debido a la inmigración mencionada y la existencia de tierras poco productivas.

Son varias las características que hacen diferente al modelo agrícola almeriense de la generalidad de la agricultura española, según (Instituto Cajamar, 2004 y Molina, 2004). En primer lugar, es un modelo que ha contado desde sus comienzos con una capitalización moderada que ha originado que la mayor parte de las explotaciones de la región sean minifundios de índole familiar. En segundo lugar, otro factor importante fue que, ante la inexistencia de instituciones agronómicas formativas como punto de partida que posibilitaran la organización de los agricultores, éstos se organizaron de forma cooperativa, gracias a instituciones privadas y públicas, creando asociaciones de productores para la comercialización de los productos y centros de investigación agronómica específicos para la agricultura de la zona que facilitaron la sucesiva incorporación de tecnología al proceso productivo. En el desarrollo del modelo, la tecnología ha jugado un papel fundamental ya que ha permitido adelantar la fecha de recolección y adaptar la producción a la demanda europea, incrementando así la productividad, la competitividad y fomentando el perfeccionamiento de las condiciones de comercialización.

La aplicación de estas tecnologías en los cultivos almerienses ha permitido incrementar la eficiencia en el uso del agua hasta convertir el regadío de la provincia en uno de los más eficientes (sino el que más) del territorio andaluz. No obstante, este hecho puede estar provocando un efecto rebote³, esto es, el menor consumo de agua por unidad física producida lleva a incrementar el número de hectáreas de regadío con lo que la implantación de la tecnología, en lugar de llevar a un menor consumo absoluto de agua, podría estar generando un mayor consumo total del recurso. Este aspecto es importante porque, en lo que a la gestión del agua se refiere, es necesario llevar a cabo una gestión en términos absolutos y no relativos. Expresado con otras palabras, la "eficiencia", como indicador relativo, debe ser un indicador más a considerar en la gestión del agua pero no el único.

No obstante, el modelo agrícola almeriense, desarrollado en una de las zonas más áridas de España, habría sido impensable sin los regadíos. En base a las estimaciones de la Agencia Andaluza del Agua, el 86.8% del agua que se consume en las actividades productivas de la región se destina a la agricultura de regadío, siguiéndole el uso urbano y el turístico. De esta manera, Almería presenta, en términos relativos, unos usos del agua similares al del resto de las provincias andaluzas aunque con la salvedad de que el consumo en agricultura es ligeramente superior a la media regional.

Esa superioridad en el consumo de agua de regadío⁴ se debe a la tendencia claramente creciente de la superficie bajo plástico (Figura 1), aunque las prohibiciones de realizar nuevos sondeos o de ampliar la superficie regada se remontan al año 1984 (López & Salinas, 2001). Esta evo-

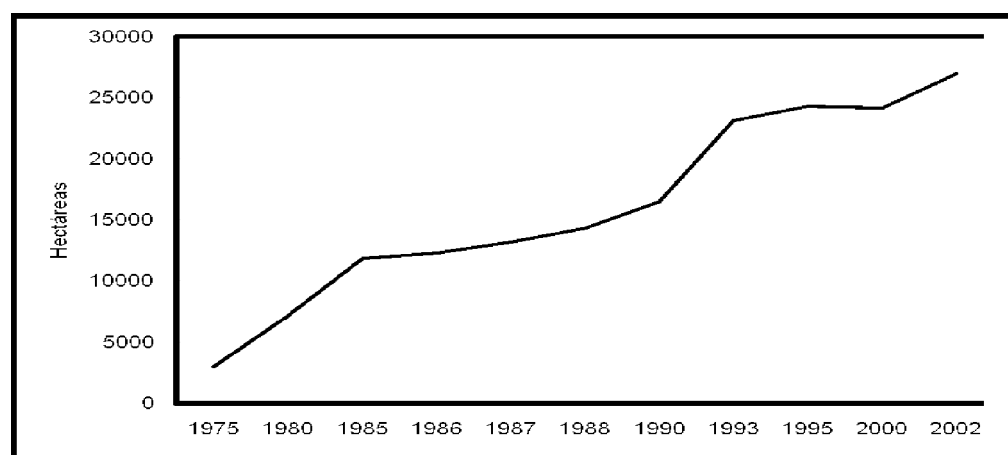


Figura 1. Evolución de la superficie ocupada por invernaderos en Almería 1975-2002.
Fuente: López y Salinas (2001), 1975-1983; Inventario y Caracterización de los Regadíos en Andalucía (2002), 2000-2002.

- ¹ El Instituto Nacional de Colonización y Desarrollo Rural, fue creado en 1939 para llevar a cabo una reforma tanto social como económica de la tierra, después de la devastación de la guerra civil. Para ello el objetivo principal del mismo era efectuar la transformación del espacio productivo mediante la reorganización y reactivación del sector y el incremento de la producción agrícola.
- ² Según Castellana (2003), el Instituto de Colonización en Almería designó una serie de expertos para comenzar los sondeos de la zona del Campo de Dalías. Este autor recoge advertencias de los mismos sobre el peligro de sobreexplotación de las aguas subterráneas de la región.
- ³ Se entiende por efecto rebote aquella situación en la que, ante la aplicación de unas determinadas medidas, se consigue el efecto contrario al deseado. Sería interesante analizar el efecto rebote de la tecnología aplicada en los cultivos almeriense para poder argumentar más solidamente esta afirmación, aspecto que dejamos para futuras investigaciones.
- ⁴ A ello habría que añadirle el elevado porcentaje de agua extraída de pozos ilegales.

lución en la superficie de regadío bajo plástico en la provincia puede extrapolarse a la evolución del regadío en general, pudiendo afirmarse que "a partir de los años 70 el crecimiento de los riegos, y de los invernaderos, ha sido continuado, sin detenerse ante las restricciones administrativas impuestas para preservar los acuíferos" (Corominas, 2001, 16).

En la distribución de la superficie dedicada al riego en Almería se observa el predominio de los invernaderos con más del 35% del territorio, seguido por los cultivos hortícolas al aire libre y los cítricos y frutales. Es de destacar la evolución del olivar en la provincia habiendo aumentado el área irrigada de este cultivo en 10.000 hectáreas en el periodo 1997-2003 (Downward & Taylor, 2007).

El modelo de comercialización de la producción almeriense está caracterizado por la estructura de la distribución, las actividades relacionadas con la comercialización y es destacable su proyección exterior. En todo este proceso es de destacar la cantidad de servicios comerciales vinculados a la producción; cabe citar las actividades relacionadas con los insumos de la agricultura intensiva de invernadero (plásticos, sistemas de riego, agroquímicos, construcción de invernaderos, semilleros, etc.), las actividades relacionadas con la manipulación y comercialización (envases de cartón, madera y palets, y plástico), y las actividades relacionadas con los residuos generados durante toda la cadena productiva. Contemplar el proceso productivo desde esta perspectiva (incorporando al análisis los flujos de materiales y los residuos que se generan), nos permitiría analizar el modelo desde el metabolismo socioeconómico⁵. Aunque este interesante análisis escapa al objetivo de este trabajo, el acercamiento realizado desde el sistema hídrico sí nos permitiría afirmar que el modelo agrícola almeriense podría caracterizarse por un metabolismo socioeconómico altamente degradante, tanto por la cantidad de recursos que necesita como por la ingente cantidad de residuos que genera; afirmación, no obstante, que queda en el aire con idea de argumentarla en futuros trabajos.

Por lo que respecta a las cifras de exportaciones, se observa que han experimentado un crecimiento continuado, habiéndose dirigido inicialmente al mercado español; sin embargo, los mercados exteriores fueron absorbiendo los incrementos de producción, de manera notable desde la incorporación de España a la UE (Molina, 2004), tanto así que en 2002 más de la mitad de la producción agrícola almeriense (55.7%) se exportó fuera de la provincia y de la producción exportada en 2001, más del 90% se destinaba a la UE (INE, 2010).

En base a estos datos, podemos pues afirmar que el modelo agrícola almeriense se consolida como un modelo de comercialización con vocación exportadora, principalmente a la UE, y con una amplia red de intermediarios, lo que influye de manera decisiva tanto en el metabolismo del proceso como en los requerimientos hídricos del mismo.

3. LA IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES FÍSICOS

Para tratar de analizar, no sólo los requerimientos de agua del modelo agrícola almeriense, sino también los flujos de agua del modelo comercial asociado, vamos a utilizar el Agua Virtual, como un indicador que permite abrir nuevas posibilidades de interpretar la materialidad y el significado de los procesos de producción y consumo y su relación con la sostenibilidad ecológica de los mismos.

Definiciones y consideraciones previas

El concepto de Agua Virtual fue definido por primera vez por el profesor Allan a principios de la década de los noventa (1993, 1994) como el agua "contenida" en un producto, entendiéndose por tal, no únicamente la cantidad física contenida en el mismo, sino la cantidad de agua que ha sido necesaria utilizar para generar dicho producto. No obstante, el AV alcanza todo su potencial cuando se relaciona con el comercio, facilitando información de los flujos de AV entre países o regiones. Así, se puede hablar del agua virtual exportada y el agua virtual importada a través del agua "contenida" en los productos comercializados.

Hoekstra (2003) definió un nuevo concepto, la Huella Hídrica (HH) de un país (o individuo) como "el volumen de agua necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de ese país" y lo define como un "indicador del uso de agua en relación al consumo de la población" (Chapagain & Hoekstra 2004, 11). De esta forma, al concepto de AV, indicador definido desde la perspectiva de la producción de bienes y servicios, se le une un nuevo indicador, la HH, definido desde la perspectiva del consumo por parte de una población determinada de esos bienes y servicios. La diferencia entre ambos indicadores es fundamental para determinar, entre otras cosas, la responsabilidad en el consumo de agua. En efecto, mientras el AV es el agua requerida en la "producción" de un bien o servicio, la HH es el agua requerida por todos la cadena de procesos hasta que el producto llega al consumidor; esto es, es el agua requerida por el proceso de producción, transformación (en su caso), distribución y comercialización (Velázquez, et al., 2010).

La aproximación metodológica realizada por Hoekstra & Hung (2002) es la que se utiliza para las estimaciones en este trabajo y la más comúnmente empleada para la estimación del AV y la HH. Inicialmente este método se aplicó a productos agrícolas tanto a nivel internacional,

⁵ El metabolismo socioeconómico se define (haciendo una similitud con el metabolismo biológico) como aquel proceso que consume una serie de inputs y genera una serie de outputs y residuos (Carpintero, 2005).

nacional y regional. Dentro de este abanico se incluye el presente trabajo con una doble contribución: 1) realizamos la estimación del AV bajo la perspectiva apuntada del binomio producción-consumo; 2) la estimación cuantitativa se completa con la contextualización del modelo agrícola de la zona de estudio. Este hecho cobra importancia de cara a la utilización de estos indicadores como instrumentos de gestión de políticas de agua. Bajo este planteamiento, se podría entender el AV como un instrumento de la llamada política de oferta de agua, esto es, un instrumento que nos permite incrementar los recursos hídricos (la oferta) en un momento determinado en una región concreta. En efecto, si importamos productos de una región con abundancia de agua a otra con escasez, podríamos afirmar que estamos incrementando los recursos en la región con escasez de agua; estaríamos hablando de "trasvases" virtuales de agua (Velázquez 2007) que incrementan la disponibilidad del recurso⁶ sin necesidad de grandes obras hidráulicas. Según Allan (2003), el agua ha estado disponible en el mercado internacional en forma de AV, permitiendo a las regiones con déficit de agua resolver sus problemas de escasez. Sin embargo, el AV, siendo económicamente invisible y políticamente silenciosa retarda la aplicación de políticas encaminadas a introducir mejoras en la gestión de agua. Por otro lado, también se puede entender el AV como un indicador de la "demanda⁷ de agua" (Velázquez 2008) ya que se puede utilizar para aliviar la presión ejercida sobre los recursos hídricos en regiones con escasez (Hoekstra 2003).

Nuestra hipótesis es que el AV que se exporta mediante el comercio de productos agrícolas producidos y comercializados desde Almería a Alemania debe entenderse como un indicador para aliviar la presión sobre los recursos hídricos de la zona desde la perspectiva de la gestión integrada de agua-territorio, y para ello es imprescindible acompañar las estimaciones cuantitativas con una contextualización de la zona de estudio que nos permita analizar las causas y efectos de los flujos de AV.

Estimación del agua virtual⁸

La importancia del uso del indicador AV como instrumento de política radica en la facilidad para su comprensión. Basta con decir que de los 22 Hm³ que Andalucía exporta de forma asociada únicamente al tomate, 19 Hm³ parten de Almería. Si, además, estos datos se comparan con los 2 Hm³ que la región metropolitana de Almería usa para abastecimiento urbano, el dato es aún más clarificador.

Aunque la metodología de estimación del Agua Virtual tiene diferentes variantes (principalmente divididas desde el punto de vista de su enfoque en Top-Down y Bottom-Up), los principales estudios se han realizado mediante lo que se ha denominado estimación volumétrica (englobada dentro del enfoque Bottom-up), siendo esta la razón para utilizarla en el presente estudio. Según este método, la cantidad de agua empleada en la producción de un determinado cultivo dependerá de los parámetros climáticos, del tipo de suelo y de la especie de cultivo en cuestión. Estos parámetros permiten estimar los requerimientos de agua de cada cultivo (CWR, en sus siglas inglesas –Crop Water Requirement-) –expresado en metros cúbicos por hectáreas. Aquí queda reflejada la importancia de realizar una gestión del agua integrada en el territorio ya que los datos climáticos varían en función de la localización del cultivo y del momento temporal en el que se realiza. Conociendo el rendimiento de cada cultivo –expresado en toneladas por hectárea- se estima la demanda específica de agua de cada cultivo (SWD, expresado en sus siglas inglesas –Specific Water Demand-) –expresada en metros cúbicos por tonelada producida-; multiplicando la SWD por los datos de comercio (en nuestro caso procedentes de la Agencia Tributaria Española) –expresados en toneladas-, obtendremos finalmente el agua virtual exportada o importada.

En primer lugar en cantidad de AV exportada desde Almería se encuentra Alemania, con un total de 20.06 hm³ que supone el 32.95% del total de AV exportada por Almería en forma de productos agrícolas hacia los mayores importadores. En la tabla 1 se puede observar que durante el año 2004 los productos mediante los cuales se exportaron mayores cantidades de AV desde Almería hacia Alemania son en primer lugar el tomate (mediante los cuales se exportó un 23.13% del total de AV exportada desde Almería a Alemania), seguido de los pimientos (21.38%), y la sandía (14.65%).

Así podemos afirmar que el AV de productos agrícolas almeriense destinada a la exportación con destino Alemania supone unos requerimientos hídricos considerables. Si a ello le añadimos el agua asociada al transporte, a la transformación de los productos (en su caso) y a la comercialización de los mismos (HH), podemos afirmar que el consumo alemán de productos agrícolas almerienses provoca un daño, fundamentalmente, en los acuíferos de la provincia de Almería del que los consumidores alemanes son completamente ajenos.

⁶ Un país que importa productos está incrementando la disponibilidad de agua en su país en una cuantía igual a la cantidad de agua que tendría que haber utilizado en producir los bienes que importa. Como esta cantidad de agua no la utiliza en producir dichos bienes porque son importados, esa agua está disponible para otros usos.

⁷ Coloquialmente se habla de "demanda de agua" cuando en realidad se está hablando de consumo o de uso del recurso. Por demanda, en el más estricto sentido económico, se entiende la cantidad de un bien o servicio requerido a un precio fijado por el mercado. Desde el momento que el agua, en principio, no tiene un mercado y no tiene un precio, no podemos hablar de demanda de agua, ni de política de demanda, entendiéndolo, pues, más riguroso hablar de requerimientos hídricos.

⁸ La diferenciación aludida anteriormente entre AV y HH ha abierto una nueva línea de investigación en la que las autoras están trabajando (Velázquez et al., 2010) con idea de desarrollar una metodología rigurosa para estimar la HH, según la perspectiva apuntada. A la hora de elaborar este trabajo, la metodología no está aún terminada por lo que aquí únicamente apuntamos la potencialidad del indicador de HH para identificar responsabilidades en el consumo de agua y nos limitaremos a estimar el AV de los productos objeto de estudio.

Cultivo	Alemania	Francia	Holanda	Gran Bretaña	Italia
Tomate	4.64	4.92	2.31	1.65	0.85
Pimiento	4.29	1.46	2.25	1.29	1.19
Sandía	2.94	1.03	0.48	0.3	0.13
Pepino	2.86	0.54	1.15	0.83	0.09
Melón	1.66	3.33	1.67	1.62	0.1
Calabacín	1.09	2.59	0.77	0.82	0.19
Berenjena	0.81	1.89	0.7	0.3	0.34
Lechuga	0.7	0.06	0.48	1.05	0.15
Judía verde	0.61	0.35	1.14	0.13	0.09
Calabaza	0.27	0.05	0.17	0.11	0.01
Melocotón	0.11	0.02	0	0.13	0.46
Ciruela	0.06	0.02	0.06	0.16	0.08
Ajo	0.02	0	0.18	0.68	0.12
Fresa	0	0.1	0	0.14	0.08
Total	20.06	16.36	11.36	9.21	3.88

Tabla 1. Exportaciones de Agua virtual desde Almería a los principales países de destino (Hm³)
Fuente: Elaboración propia

A pesar de que, como hemos comentado, la gran ventaja de este indicador es su carácter didáctico, para comprender el impacto real que los flujos de AV crean es necesario entender también la situación en la que se encuentran los recursos, ya que el impacto derivado del uso de un recurso depende no sólo del uso en sí, sino del estado del mismo. En el apartado siguiente vamos a acercarnos a la situación de las masas de agua y el impacto que estos flujos de AV generan en ellas.

4. IMPACTOS SOBRE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

El clima mediterráneo subdesértico es típico de gran parte de la provincia de Almería, caracterizándose por ser una zona de altas temperaturas y elevado grado de insolación, que sumado al hecho de la escasez de precipitaciones, hacen de esta zona una de las áreas más secas de toda Europa. Las escasas precipitaciones se producen, frecuentemente, de manera torrencial por lo que la aridez de la zona se ve acentuada.

En base a su climatología, ubicación y geomorfología, la red hidrológica superficial de la provincia de Almería es escasa y estacional. Dada la escasez de recursos superficiales, gran parte de la agricultura almeriense se ha desarrollado en base a la explotación de las aguas subterráneas de la región. Desde mitad de los 90, la importante productividad agrícola, en combinación con el desarrollo turístico de Almería, ha propiciado la sobreexplotación de las aguas subterráneas de la región, encontrándose gran parte de las masas de agua subterráneas de la provincia, en riesgo de no cumplir los objetivos fijados por la Directiva Marco de Aguas (DMA) (Agencia Andaluza del Agua, 2005).

Para determinar los posibles riesgos definidos por la Agencia Andaluza del Agua (en base a los dictámenes de la DMA⁹), por los que dichas masas tienden a no cumplir los objetivos medioambientales citados por la Ley, en primer lugar, se identifican las presiones significativas, que están relacionadas, además de con las extracciones, con los usos de suelo donde se sitúan las masas, con la contaminación y con la intrusión marina. Teniendo en cuenta que existen carencias en la disponibilidad de datos para caracterizar los mayores focos de contaminación (Agencia Andaluza del Agua, 2005), el impacto se considera el resultado de la presión con los criterios de calidad previstos en la DMA. Así, el análisis del impacto, consiste en analizar la probabilidad de que una masa de agua no alcance los objetivos medioambientales (OMA) fijados por la DMA que, en general, van dirigidos a prevenir el deterioro, alcanzar el buen estado ecológico y químico y reducir la contaminación. Este análisis se conoce como evaluación del riesgo.

La evaluación del riesgo del posible incumplimiento de los OMA de la DMA, nos indica que el 63% de las masas subterráneas de la provincia de Almería se encuentran en riesgo seguro de no cumplir los citados objetivos (Figura 2).

⁹ La obligación de realizar la evaluación de presiones e impactos se establece en el Artículo 5 y en el Anexo II apartados 1.4 a 2.5 de la DMA.

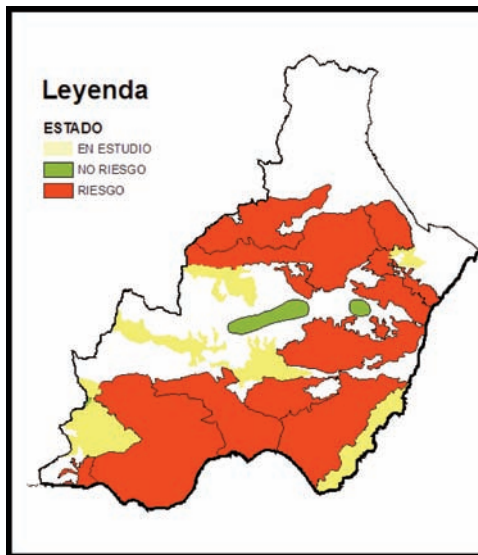


Figura 2. Masas de agua subterránea situadas en la provincial de Almería en riesgo de no cumplir los objetivos de obligado cumplimiento por la DMA.
Fuente: Agencia Andaluza del Agua, 2005.

Según la Agencia Andaluza del Agua (2005) la valoración inicial de estos resultados permite poner de relieve la importancia del regadío entre las fuentes potenciales de carácter difuso, actividad que a su vez destaca por ser la principal responsable de la grave problemática de contaminación por compuestos nitrogenados detectada en numerosas masas de agua subterránea de la DCMA. Sin embargo, las mayores dificultades previsibles para alcanzar los objetivos de la DMA parecen más bien estar ligadas al alto grado de aprovechamiento de las aguas subterráneas, tanto para abastecimiento de la población como para usos agrícolas. Esto se debe a que la escasez e irregularidad de los recursos superficiales en un territorio que posee elevadas necesidades hídricas determina que se ejerza una intensa presión sobre los acuíferos, con extracciones que superan claramente, en muchos casos, los recursos disponibles en los términos establecidos en el artículo 2 de la Directiva Marco, y que llegan incluso a producir vaciado neto de reservas y procesos de intrusión marina en diversas masas.

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

El modelo agrícola almeriense y su vocación exportadora generan un fuerte consumo de agua, no únicamente en la fase de producción sino en todo el proceso, desde el productor hasta el consumidor. Así, creemos necesario plantear estudios capaces de determinar la responsabilidad última del consumo de agua. De esta forma, las estimaciones de AV y de HH nos sirven como indicadores para identificar, por un lado, los importantes requerimientos hídricos de este modelo agrícola y los flujos de agua generados y, por otro, para concretar la responsabilidad de los mismos.

Sin embargo, es absolutamente imprescindible realizar estas estimaciones tras la previa caracterización territorial y socioeconómica de la zona a estudiar. En efecto, se constata cómo los factores territoriales, climáticos y socioeconómicos determinan, por un lado, y explican por otro, el modelo agrícola, su comercialización y los impactos sobre las masas de agua. Así, el "milagro" almeriense, que ha hecho de una zona seca como Almería la despensa de Europa, tiene un fuerte y negativo impacto sobre las masas de agua derivado, no sólo porque los principales cultivos bajo plásticos se asientan sobre los acuíferos de la zona de los que extraen el líquido elemento, sino que éstos están siendo sobreexplotados debido también a la contaminación difusa provocada por el modelo agrícola en cuestión. Pero estos efectos "locales" sobre el agua no trascienden ni son conocidos, normalmente, por los destinatarios últimos de los productos; o tal vez sí. En cualquier caso, ya que disponemos de instrumentos capaces de estimar el consumo de agua y determinar la responsabilidad del mismo, sería conveniente difundir esta información con los productos comercializados para que el consumidor sea consciente no sólo de lo que come sino también de los efectos que ello produce, aunque sea a miles de kilómetros de su hogar.

Es importante resaltar el decisivo papel que tanto el modelo de comercialización como la tecnología han desempeñado en la consolidación de este modelo, fomentando la eficiencia del sistema productivo y la eficiencia en el consumo de agua. Por lo que respecta al modelo de comercialización, no hemos tratado aquí con la debida atención la caracterización del marco institucional que lo posibilita; sin embargo, somos conscientes de la importancia del mismo y cabría preguntarse hasta qué punto la regulación de los mercados internacionales y el fomento de la competitividad no están potenciando un modelo agrícola, fuertemente consumidor de agua en una de las zonas más áridas de España, con una vocación exportadora hacia zonas completamente ajenas al problema provocado.

Por otro lado, el papel de la tecnología ha permitido incrementar la eficiencia del riego y del consumo de agua. Sin embargo, nos preguntamos hasta qué punto esta tecnología no podría estar provocando un efecto rebote de tal forma que la mayor eficiencia, y por lo tanto menor consumo relativo de agua, no pudiera estar generando un mayor consumo total (en términos absolutos) del recurso. Por ello, y en nuestra opinión, habría que plantearse no solamente la eficiencia en el consumo de agua sino la racionalidad del modelo productivo de la región. Tal vez si la planificación se hiciera desde una perspectiva de una gestión integrada de agua-territorio, llegaríamos a la conclusión de que determinados cultivos, por "eficientes" que sean, no son aptos para determinados territorios.

Como hemos apuntado, y era uno de los objetivos de este trabajo, la contextualización de las estimaciones cuantitativas del AV nos ha permitido entender un poco más la complejidad de un sistema agrícola como el almeriense. Así, las estimaciones cuantitativas de AV, entendido como un indicador de la demanda de agua, nos ha mostrado que la presión ejercida sobre los recursos hídricos de la región está en gran medida provocada por el modelo agrícola de la misma.

Por último, no podemos finalizar sin plantear algunas cuestiones que quedan en el aire: ¿Qué marco institucional es el que está permitiendo este modelo de desarrollo? ¿Quién se está beneficiando del mismo? ¿Quién se está perjudicando?; ¿Es la tecnología la panacea para conti-

nuar con este modelo de desarrollo agrícola? O por el contrario, ¿la tecnología "no contextualizada" podría estar provocando un efecto rebote y esquilmando las masas de agua de la zona en nombre de una mayor "eficiencia"?

Agradecimientos

Este trabajo ha surgido del proyecto "Co-operative Research on Environmental Problems in Europe" (CREPE) perteneciente al VII Programa Marco de la Unión Europea (<http://crepeweb.net>). Las autoras han participado por medio de la Fundación Nueva Cultura del Agua, en el subproyecto "Water Scarcity in Spain" (con la Dra. Esther Velázquez como investigadora principal, María Jesús Beltrán como investigadora y Cristina Madrid como investigadora externa).

Bibliografía

- Agencia Andaluza del Agua, 2005. *Demarcación de la Cuenca Mediterránea Andaluza. Informe relativo a los artículos 5 y 6 de la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE*.
- Allan, J.A., 1993. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. *ODA, Priorities for water resources allocation and management*, ODA, London.
- Allan, J.A., 1994. Overall perspectives on countries and regions. In Rogers, P.; Lydon, P. *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Allan, J.A., 2003. Virtual water eliminates water wars? A case study from the Middle East. *Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Values of Water Research Report Series n° 12*. IHE, Delft, The Netherlands.
- Carpintero, O., 2005. *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955–2000). Economía vs. Naturaleza*. Fundación César Manrique, Madrid.
- Castellana, C., 2003. El Instituto Nacional de Colonización en Almería. En Instituto de Estudios Almerienses (Editores), Actas de las jornadas: "Almería Sociedad y política almeriense durante el régimen de Franco", celebradas en la UNED durante los días 8 al 12 de abril de 2002, España, págs. 83-87. Disponible en dialnet.unirioja.es (consultado, diciembre 2009).
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2004. Water footprints of Nations. *Value of Water Research Report Series*. 16. UNESCO: IHE, Institute for water education. Delft, the Netherlands.
- Corominas, J., 2001. La infraestructura hidráulica de regadío en Almería. En Salinas, J. A. (coordinador), *El sector agrario y agroalimentario de Almería ante el siglo XXI: evolución y perspectiva de nuestra agricultura en el año 2000. Producción integrada: incidencia de las nuevas normativas de residuos de plaguicidas sobre la horticultura almeriense*. Madrid, págs. 13-31.
- Downward, S. R., Taylor, R., 2007. An assessment of Spain's Programa AGUA and its implications for sustainable water management in the province of Almería, southeast Spain. *Journal of Environmental Management*, 82: 277-289.
- Hoekstra, A.Y., 2003. Virtual Water: An introduction. *Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Values of Water Research Report Series n° 12*. IHE, Delft, The Netherlands.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2002. Virtual Water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to crop trade. *Value of Water Research Report Series*. 11. UNESCO: IHE, Institute for water education, Delft, the Netherlands
- INE. 2009 Instituto Nacional de Estadística. Bases de datos. www.ine.es (consultado diciembre 2009).
- Instituto de Estudios de Cajamar. 2004. *El modelo Económico de Almería basado en la agricultura intensiva*. Cajamar, Almería.
- López, J., Salinas, J.A., 2001. Efectos ambientales y tecnología en el sistema de cultivo forzado. En Salinas, J. A. (coordinador), *El sector agrario y agroalimentario de Almería ante el siglo XXI: evolución y perspectiva de nuestra agricultura en el año 2000. Producción integrada: incidencia de las nuevas normativas de residuos de plaguicidas sobre la horticultura almeriense*. Madrid, págs. 67-85
- Molina, J., 2004. El papel de la agricultura intensiva en la economía de la provincia de Almería. *Revista de Humanidades y Ciencias Sociales del Instituto de Estudios de Cajamar* 19:13-38
- Velázquez, E., 2007. "Water Trade in Andalusia: an alternative way to management water demand". *Ecological Economics*, 63 (1): 201-208.
- Velázquez, E., 2008. El agua virtual. Una manera alternativa de gestionar los usos del agua". *Cuides* 1: 61-79.
- Velázquez, E., Madrid, C., Beltrán, M.J., 2010. Rethinking the concepts of virtual water and water footprint in relation to the production-consumption binomial and the water-energy nexus. Trabajo en curso. *Water Resources Management*. (en prensa. DOI: 10.1007/s11269-010-9724-7).